

GEOLOGISKA FÖRENINGENS

I STOCKHOLM

FÖRHANDLINGAR.

BAND 44.

HÄFT. 6—7.

N:o 351.

Arpojaure.

En postglacial sjö i Torne Lappmark.

Av

CARL CZON CALDENIUS.

Innehållsförteckning.

	Sid.
Inledning	680
De senkvartära sedimenten inom och omkring Arpojaure.	
De glaci-fluviala bildningarna	685
> postglaciala lakustrina bildningarna	686
Undersökningsmetod	687
Den västra strandterrassens stratigrafi	687
De övriga strandterrassernas stratigrafi	692
Biogena sediment	695
Växtfossil	696
Beskrivning av tre detaljerat undersökta sektioner inom Arpojaureavlagringarna	697
Kort sammanfattning av stratigrafien inom Arpojaures sjöbotten	701
Vattenståndets växlingar i Arpojaure	701
Geokronologiska bestämningar	705
Klimatiska förhållanden	709
Summary	711

Inledning.

Längst uppe i nordligaste Lappland, nära den punkt, där Sveriges, Norges och Finlands gränser mötas, fanns till för tämligen kort tid sedan en mindre sjö, Arpojaure. Sjön, som var cirka 2 km lång, låg i björkregionen ej långt nedom trädgränsen och



Fig. 1. Top. karta 1:100 000 (förstoring av top. karta 1:200 000).

$\frac{1}{2}$ mil från svenska nybygget Keinovuopio, beläget invid finska gränsen och på stranden av Kängämä älv (se kartan fig. 1, som visar sjöns utsträckning före tappningskatastrofen 1905). Keinovuopio är, näst det någon mil avlägsna Kummavuopio, den nordligaste av de svenska fjällstugorna.

År 1905 beslöto invånarna i dessa fjällstugor att genomgräva den glaciäfluviala grusbarriär, som i E dämde Arpojaure från den

betydligt lägre liggande, stora myren Arpuvuoma, för att på detta sätt om möjligt torrlägga sjöns botten, vars långgrundna natur de vid fiske hade observerat, och där de hoppades kunna erhålla en synnerligen god gräsväxt.

Intet tillstånd till planens utförande inhämtades, utan en vacker dag sommaren 1905 påbörjade den 7 man starka arbetsstyrkan det stora arbetet.

Efter sju veckors oavbrutet grävningsarbete nådde man ned till sjöns nivå, och dess vatten började sippra ned i den nyöppnade

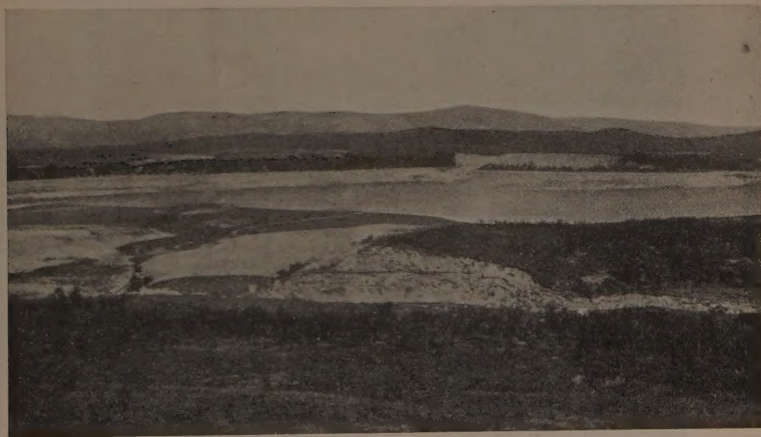


Foto K. Sandler.

Fig. 2. Arpojaures sjöbotten med restsjön. I bakgrunden synes tappningsrännan. Foto mot NE från sluttningen av Arpoäive.

utloppskanalen. Det utströmmande sjövattnet eroderade snabbt den nygrävda kanalens slänter (fig. 3), ras inträffade till en början av små men sedan av allt väldigare dimensioner. Slutligen framkallade ett ovanligt stort ras katastrofen, och sjöns vattenmassa vältrade sig ut genom den betydligt fördjupade och vidgade kanalen och ned på den lågt liggande myren, vars existens man har att tacka för att katastrofens förlopp blev så godartat, som det blev. Björkarna på myren revos upp med rötterna och lyftes av de framrusande vattenmassorna långa stycken från sina växtplatser. Nu vittna de, avlödade och vissnade, om den storartade händelsen (fig. 4). På myren avlagrades vidare det grävsta av de sten-, grus- och sandmassor, som vid katastrofen lösryktes ur rännan och nu från densammas mynning bilda en vacker ackumu-

lationskägla, på vars yta det tyngsta materialet ligger ordnat i ganska vackra strömrygggar, utvisande de vägar, de största vattenmassorna vid katastrofen togo. (Se kartan Pl. 70.) Det finkornigare materialet stannade även till en del på myren och förvandlade rätt stora sträckor av denna till fast mark, men en del av detsamma fördes ut i Kängämä älv och från denna till Muonio

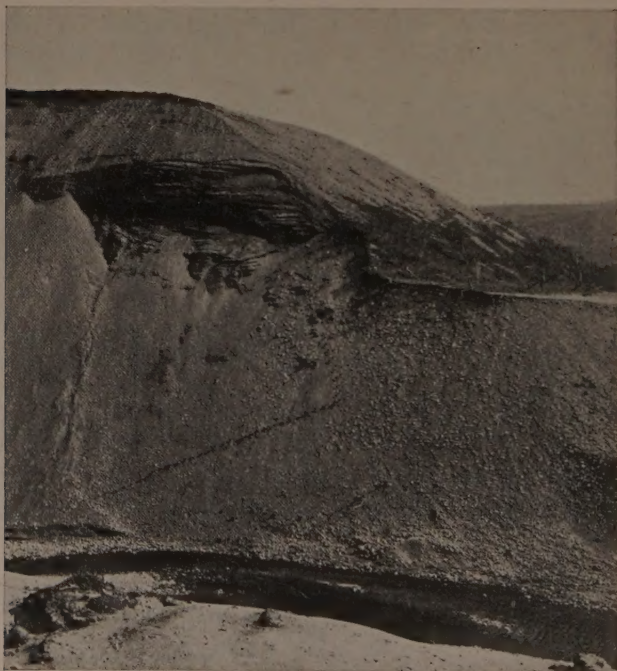


Foto C. Czön Caldenius.

Fig. 3. Tappningsrännan vid sjösidan. Tappningsrännans sammanlagda djup uppgår till ca 40 m, varav 20 à 25 m falla på dess grävda del. Jämför storleken av mannen, synlig vid sjöns å bildens högra del befintliga stranderosionshak.

älv, vilken flera dagar efter katastrofen ända nere vid Pajala (ca 27 mil från Arpojaure) lär hava varit vit av det uppslammade materialet.

Någon odlingsmark uppstod emellertid ej på den torrlagda Arpojaures botten (fig. 2). Större delen av densamma består nämligen av sand och resten av en gyttjehaltig mjåla, som under de här rådande klimatförhållandena ej vill låta binda sig av något vegetationstäck, utan lätt eroderas av vinden. Under blåst uppstå

om somrarna riktiga sandmoln, som tillika med myggen göra vistelsen på den gamla sjöbotten ibland allt annat än angenäm. Det vid vinderosionen upprivna materialet ackumuleras vid sjöns östra sida, där vackra dyner uppstått.

Arpojaure omnämnes första gången i den vetenskapliga litteraturen av A. HEINTZE,¹ som på genomresa till Skibotten i Norge i förbigående kom att besöka sjön. Han omtalar emellertid blott, att han där iakttagit fossil tall. Efter honom har sjön besökts av

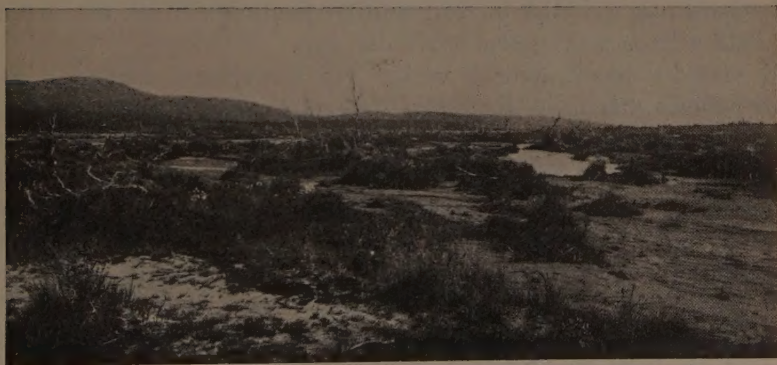


Foto C. Cizon Caldenius.

Fig. 4. Den genom katastrofen torrlagda myren Arpuvuoma. Å bilden synas vid katastrofen ditspolad sand och uppräckta — nu vissnade och döda — björkar.

docenten THORE FRIES,² som framför allt ägnat de på växtfossil synnerligen rika gyttjelagren i sjön en värdefull bearbetning men också försökt sig på en tydning av de oorganiska sedimentens uppkomstsätt och på grund av denna sin undersökning dragit vittgående slutsatser i geokronologiskt hänseende. W. TANNER³, som i förbigående besökt sjön, har kortfattat skildrat tappningskatastrofen och meddelat en del bilder av tappningsrännan samt sjöbotten med dess avlagringar.

¹ A. HEINTZE: Växtgeografiska anteckningar från ett par färder genom Skibottendalen i Tromsø amt. K. V. A. Ark. f. Bot. Bd. 7. Stockholm 1908.

² THORE FRIES: Einige Beobacht. ü. postglac. Regionsverschieb. im nördl. Schweden. Bull. Geol. Inst. of Upsala. Vol IX, p. 171—182.

, , : Aflagringarna vid Arpojaure. G. F. F. Bd 33. H. 5. Maj 1911.

, , : Botanische Untersuchungen im nördlichsten Schweden. Vetenskapliga och praktiska undersökningar i Lappland. Stockholm 1913.

³ W. TANNER: Studier över kvartärsystemet i Fennoskandias nordliga delar. III. Om landisens rörelse och avsmältning i finska Lappland och angränsande trakter. Bull. Comm. Finlande. Helsingfors 1914.

Genom mina tillsammans med docenten HANS W:SON AHLMANN¹ och statsgeologen RAGNAR SANDEGREN² bedrivna undersökningar i Ragunda, hade jag fått upp ögonen för vissa spörsmål, som på grund av därvarande avlagringars ålder voro svåra att komma till full klarhet i, men som i Arpojaures unga och av vittringen orörda sediment möjligen skulle kunna erhålla sin tydning. Därtill kom att jag önskade företaga en revision av THORE FRIES' där utförda geokronologiska undersökning. Då AHLMANN även önskade besöka Arpojaure för att klara upp vissa dunkla morfologiska förhållanden i Ragunda, kommo vi, sedan vi genom prof. G. DE GEERS vänliga förmedling erhållit de nödvändiga penningmedlen, att sommaren 1913 tillsammans göra resan dit upp.

Vi vistades något över 3 veckor vid Arpojaure, varunder AHLMANN utförde den morfologiska delen,³ jag den stratigrafiska och geokronologiska delen av undersökningen. Av intresse för geologisk forskning i allmänhet medföljde fl. lic. KALLE SANDLER,⁴ som lämnade oss en synnerligen värdefull hjälp i olika avseenden.

Då här resultaten av de stratigrafiska och geokronologiska undersökningarna framläggas, inskränker jag dem till de delar, som mera direkt belysa sjöns utvecklingshistoria. I likhet med Ragundasjöns avlagringar erbjuda Arpojaures det sällsynta tillfället att låta oss följa en påbörjad igenfyllning av en sjö genom huvudsakligen oorganiskt material. Det sätt, på vilket denna sedimentering skett, sätta oss i stånd att draga vissa slutsatser i klimatologiskt hänseende.

På grund av den utveckling Arpojaure efter sin uppkomst undergått, äro de avlagringar, som uppbygga den nu torrlagda sjöbotten, av helt olika genesis. Vid tydningen av desamma yppa sig rätt stora svårigheter, då olikvärdiga och oliktidiga sediment före komma sida vid sida (Pl. 70). Ursprungsmaterialets tämligen ensartade sammansättning är en faktor, som i eminent grad ökar dessa svårigheter.

De processer, varigenom de storartade avlagringar åstadkommits, som nu delvis fylla sjön, äro framför allt vågrörelsens och det

¹ HANS W:SON AHLMANN: Ragundasjöns geomorfologi. S. G. U., ser. Ca, n:o 12.

² R. SANDEGREN: Ragundatraktens postglaciala utvecklingshistoria enligt den subfossila florans vittnesbörd. S. G. U., ser. Ca, n:o 12.

³ HANS W:SON AHLMANN: The morphology of the Arpojaure, a postglacial lake in Torne Lappmark, G. F. F., Bd. 36, H. 6. Nov. 1914.

” ” : Strandzonens allmänna morfologiska utveckling med särskild hänsyn till insjöar. Ymer 1914, H. 3.

⁴ KALLE SANDLER: Tre veckor i vildmarken. Hembygden. Organ för Hålså församling. 1915.

rinnande vattnets ackumulation. I ganska vidsträckt utsträckning påträffas även rent biogena sediment samt i underordnat mått eoliska bildningar, vilka senare till största delen uppkommit efter tappningskatastrofen. Stort sett är den forna sjöbotten danad genom en av olika krafter åstadkommen upprepad omlagring av sediment, avsatta vid inlandsisens avsmältning i ett isdämt vatten.

Av resultaten från AHLMANN'S geomorfologiska undersökning må förutskickas, att han ovan sjöns strandlinje före katastrofen 1905 (± 0 m) funnit utbildad ännu en strandlinje vid $+ 0.8$ m (Pl. 70).

De senkvartära sedimenten inom och omkring Arpojaure.

De glacifluviala bildningarna.

Enligt V. TANNER¹ uppstod vid inlandsisens avsmältning, medan isen ännu upptog större delen av Kängämsdalen, isdämda kantsjöar, om vilka högt belägna strandlinjer och grusackumulationer bära vittne. Under den pågående avsmältningen uttappades eller sänktes dessa sjöar, tills de slutligen förenades i en från norska gränsen ungefär till Lammaskoski sig sträckande, cirka 45 km lång enhetlig sjö, vars yta skall ha legat c:a 500 m ö. h., och som till en början avrann över Kuoskimuotkapasset till Storfjorden, Lyngenfjordens innersta vik, för att sedan avtappas åt E subglacialt eller över isen, vilketdera är icke känt.

Den osäkerhet, som vidlåder den glacialgeologiska undersökningen av förhållandena vid isrecessionen i Kängämsdalen, gör, att Arpojaures tidigare öden äro höljda i dunkel. Då sjöns yta före sjökatastrofen 1905 låg c:a 509 m över havet, måste sjön vid tiden för den antagna stora issjön ha varit utdifferenterad ur issjösystemet.

Den depression, som givit anledning till Arpojaures uppkomst, torde icke vara något annat än en enda ofantlig åsgrop, uppkommen mellan fjället Arpoåive och de väldiga glacifluviala ackumulationer, som stryka fram utmed detsamma. Om, såsom THORE FRIES anser, en naturlig sänka eller terrass i fasta berget med-

¹ V. TANNER: Zur geologischen Geschichte des Kilpisjärvi Sees in Lappland. Bull. Comm. Finlande, nr 20. Helsingfors 1907.

• : Studier över kvartärsystemet i Fennoskandias nordliga delar. III. Om landisens rörelse och avsmältning i finska Lappland och angränsande trakter. Bull. Comm. Finlande. Helsingfors 1914.

verkat till bäckenets uppkomst är en fråga, som jag måste lämna oavgjord.

Glacifluviala bildningar begränsa sjön såväl i N och E som i S, medan den västra stranden delvis är utarbetad i morän. Emellertid underlagras, såsom de i det talrika i sjöbottnen nedskurna ravinerna lätt tillgängliga profilerna visa, de vackra postglaciala erosions- och ackumulationsterrasserna utanför västra stranden på flera ställen av issjösediment. Det är därför sannolikt — såsom nedan närmare skall framhållas — att sjön varit helt omspunnen av en gördel av glacifluviala bildningar, av vilka i W blott några obetydliga rester återstå. Dessa utgöras uteslutande av fin sand och mjåla, och det är sannolikt förefintligheten av detta lätt eroderbara material, som gjort, att strandterrasserna i väster erhållit sin i jämförelse med de övriga strandterrasserna storslagna utbildning. Utmed norra stranden stryker en verklig rullstensås fram, som vid det nuvarande utloppet ansluter sig till en vackert utbildad randterrass. Denna fortsättes åt S av kames, vilka tillsammans med av grus uppbyggda, vackra glacifluviala deltaplatåer utgöra sjöns södra begränsning. Då de glacifluviala bildningarna norr och öster om sjön bestå av mycket grovt material, ha här synnerligen obetydliga strandackumulationer uppstått. Framför den södra stranden finnes en rätt bred strandterrass, beroende på att det glacifluviala sedimentet där huvudsakligen utgöres av grus.

Den nämnda sammansättningen av det sjön omgivande glacifluviala sedimentet tyder på att de strömmar, som avlagrat det samma, framgått huvudsakligen vid sjöns norra, östra och södra stränder, medan den västra legat i lä för dem. Orsaken till detta torde sökas i förefintligheten av den dödis, som sedan vid sin bortsmältning gav upphov till Arpojaurebäckenet.

De postglaciala lakustrina bildningarna.

Den förhärskande vindriktningen under sommaren i dessa trakter är den nordvästliga. Då den — som överallt i fjällområdet — oftast äger en mycket stor styrka, hade man beträffande strandterrassernas storlek väntat sig ett motsatt förhållande än det, som av nyss framhållna orsaker äger rum. En faktor, som bidragit till strandterrassernas utdanande i den riktning, som skett, är också, att sjöns bägge tillflöden av betydenhet haft sina mynningar vid den västra stranden, det ena senast före tappningen längst i NW, det andra längst i SW.

Vid tappningen 1905 försvann sjön icke fullständigt. Av den-

samma återstår en restsjö, vars yta ligger cirka 15 m under det före katastrofen rådande vattenståndet. Då man sålunda i den forna sjöbottnens lager vill avläsa sjöns historia, undandraga sig de djupast belägna och ännu vattentäckta all undersökning. Undersökningen av de tillgängliga profilerna har ådagalagt, att sjöns vattenstånd en gång kan ha varit minst lika lågt som det genom katastrofen framkallade. En jämförelse mellan de resultat, som undersökningen av Arpojaures avlagringar lämnat beträffande vissa klimatologiska och växtgeografiska förhållanden i postglacial tid, med dem, som erhållits genom undersökning av torvmossarna i omgivande trakt, synes emellertid tala för att någon avsevärd lucka icke kan dölja sig under Arpojaurerestsjöns yta.

Undersökningsmetod. Det är sammanlagt cirka 60 profiler, som jag upptagit i de vid katastrofen uppkomna ravinerna i Arpojaures avlagringar. Dessa profilers belägenhet framgå av kartan Pl. 70.

Till en början använde jag mig därvid av G. DE GEERS metod för årsvarvmätning, nämligen att å en pappersremsa direkt avrita de i skärningen förekommande olika lagren. Emellertid visade sig förfarandet i längden alltför tidsödande, och sedan jag så småningom lärt mig att skilja på de olika sedimenten, kunde jag utan vidare frångå detta förfaringssätt och nöja mig med att med måttband uppmäta och anteckna de olika lagren. Jag vill dock betona den ofantliga nytta, jag hade av att till en början använda mig av den G. DE GEERSKA mätningssmetoden, och jag har till stor del den att tacka, att jag egentligen vann några resultat.

Den västra strandterrassens stratigrafi. Inom Arpojaures sjöbottenlager kan skiljas mellan proximalt bäckdeltasediment, proximalt stranderosionssediment, distalt sjöbottensediment och terrigena biogena bildningar.

De proximala bäckdeltasedimenten upptaga de områden inom den forna sjöbottnens nordvästra och sydvästra hörn, varest de båda bäckarna Arpojoki och Tältbäcken framgå. En mindre avlagring av deltanatur finnes dessutom i utvidgningen vid Arpojaures forna utlopp. Bäckdeltasedimenten upptaga sålunda, såsom kartan Pl. 70 visar, betydligt mindre areal än stranderosionssedimentet, vilket utgör den större delen av ackumulationsterrassen kring sjön.

Inom den västra strandterrassen ligger det proximala bäckdeltasedimentet sida vid sida med proximalt stranderosionssediment och underlagras även på sina ställen av dylikt. Då den västra strand-

terrassens byggnad avsevärt skiljer sig från de övriga strandterrassernas, och då undersökningen av densamma visat sig ha större betydelse för förståelsen av Arpojaures utveckling än undersökningen av de senare, har jag ansett lämpligt att först beskriva lagerföljden inom den västra strandterrassen.

Såväl erosions- som ackumulationsterrasserna äga inom denna stor bredd. Störst äro de inom strandterrassens södra hälft, vilket, såsom senare skall visas, beror på att terrassen här ej är enkel utan sammansatt av en yttre strandackumulations- och stranderosionsterrass och en inre bäckdeltaterrass.

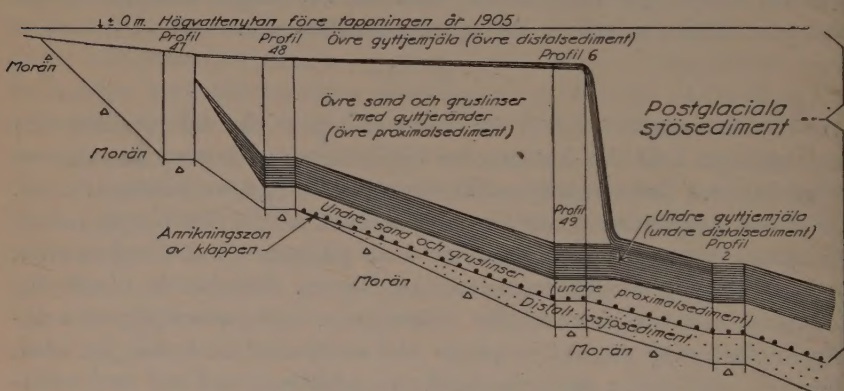


Fig. 5. Schematisk sektion genom den västra strandterrassen.

Underst ligga, vilande ibland direkt på morän eller issjösediment, långsträckta linser av sand och grus, ofta växellagrande med starkt gyttjehaltiga dylika av lera (undre proximalsedimentet). Sand- och gruslagren ha en mäktighet av 1—30 cm och de gyttjehaltiga lerränderna äro 1—5 cm tjocka. Från issjösedimentet skiljes ibland denna lagerserie, vars totala mäktighet kan uppgå till cirka 3,5 m, av ett lager klapper. Dessa klapper ha vanligen en storlek av cirka 5 cm men bliva ibland ända till cirka 30 cm. Lagerserien överlagras av en väl skiktad, ibland starkt gyttjehaltig mjåla, som något växlar i sin mäktighet, men vars medelmäktighet kan sättas lika med 1,0 m (undre distalsedimentet). På denna följer åter en lagerkomplex av ungefär samma beskaffenhet som den, som underlagrar den gyttjehaltiga mjålan, och som är cirka 4 m mäktig (övre proximalsedimentet). Denna överlagras i sin tur av en cirka 0,3 m tjock, gyttjehaltig mjåla (övre distalsedimentet).

Profilerna med ovannämnda lagerföljd förekomma blott längst ut vid ackumulationsterrassens kant. Närmare stranden övergå såväl

det översta som det undre gyttjemjällagret i sand och grus och längre ut, utanför terrassens fot, saknas de sand- och gruslager, som mellanlagra de bågge gyttjemjälhorisonterna, varför dessa där ligga omedelbart på varandra (fig. 5).

Vid en närmare beskrivning av de olika i profilen förekommande sedimenten göres lämpligen början med den av grus, sand och gyttja bestående lagerkomplexen (undre proximalsedimentet) närmast ovanpå de glaciala avlagringarna.

Som nyss framhållits, består denna av långsträckta grus-, sand- och gyttjelager av växlande mäktighet, vilka småningom åt sidorna utkila, d. v. s. de ligga i form av stora linser på varandra. Gränserna mellan de olika lagren förlöpa stort sett parallellt och horisontellt. Gruset är ganska grovt, och finare material saknas nästan alldeles i detsamma. Gränserna mot såväl över- som underliggande gyttjelager förlöpa något oregelbundet, och ofta träffar man bollar av gyttja i gruslagret. »Currentbedding» har i detsamma ej iakttagits, ej heller har någon annan lagerstruktur kunnat konstateras. Ibland förefinnes dock inom ett och samma lager en sortering efter kornstorlek, så att det grövsta materialet är anrikat vid lagrets bas eller i dess mitt. Ofta är det underliggande gyttjelagret upprivet eller dess yta ojämnt fårad och småtaggig. I fördjupningarna i detsamma ligger då särskilt grovt grus. Det är av detta tydligt, att den finkorniga gyttjan ofta eroderats i samband med grusets avsättning.

Gyttjeränderna ligga endera enstaka, skilda åt av de grova grusbankarna eller ock flera tillsammans, mellanlagrade av fin sand eller mjäla. I gyttjan kunna urskiljas partier av högre och lägre halt av oorganisk material, fin mjäla och lera. Såväl i själva gyttjeränderna som i sanden mellan dem förekomma mer eller mindre långt utsträckta linser av anhopade, väl bibehållna växtrester, blad, pinnar, bark och barr. Ibland kan man iakttaga en upprepade växling mellan 0.5—1 mm tjocka, multnade växt-, mjäl- och sandränder. På så sätt uppkommer en struktur, påminnande om årsvarvigheten hos en del norrländska postglaciala fjordsediment. En noggrann undersökning ådagalägger emellertid snart, att likheten blott är skenbar. Såväl dessa diminutiva växt- som sandränder ligga i Arpojaure nämligen starkt linsformigt och uppvisa den allra största oregelbundenhet i sina lagringsförhållanden i övrigt.

I dessa undre grus- och sandlager saknas ibland gyttjeränderna och hela lagerkomplexen erhåller en annan facies. Den ersättes sålunda ofta av en flera meter mäktig sandavlagring, i vilken

vid vissa bestämda nivåer större stenar kunna vara anrikade i långt utsträckta lager. Ibland kan denna sand innehålla ett och annat föga mäktigt och föga utsträckt linsformigt lager av tämligen väl bevarade växtlämningar, bestående huvudsakligen av pinnar och barr. En ganska tydlig skiktning, bestående av en växellagring av grövre och finare material, förekommer på vissa ställen. Skikten ligga emellertid även här vid närmare granskning som långsträckta linser och oftast horisontellt, dock intaga de ibland ett ganska starkt stupande läge såväl in som ut från sjöns strand, bildande starkt begränsade syn- och antiklinaler.



Foto C. Cizon Caldenius.

Fig. 6. Skärning inom sjöbottens nordvästra del utefter Arpojaurebäcken, visande den undre gyttjemjålan och det övre sand- och gruslagret.

Någon svårighet att skilja detta sediment, vilket liksom alla övriga minerala postglaciala bildningar inom Arpojaurebäckenet uppkommit genom en omlagring av issjösedimentet, från detta förefinnes icke. Issjösedimentet har i förhållande till de olika postglaciala sjöavlagringarna en betydligt större fasthet, dess material är väl sorterat, så att det — beroende på avståndet från isälvmynningen — å ett ställe består av en fullt homogen mjålavlagring, medan å ett annat en lika ensartad sand-, grus- eller rullstensackumulation föreligger (fig. 9). I mjålan förekommer en och annan cirka 2 mm tjock lerrand, som avsatts under vintern och sålunda begränsar det under året avsatta materialet. Större och mindre dravisblock ligga strödda här och var. Särskilt rikligt förekomma de strax ovan vinterränderna.

På denna nu närmare berörda lagerkomplex följer det sammanhängande gyttjehaltiga mjällagret (undre distalsedimentet) (fig. 6). Detta består å sina ställen i sin undre del nästan uteslutande av mjåla, vilken uppåt alltmera uppblandas av organiskt sediment, så att till slut en nästan ren gyttjeavlagring uppkommer. Den mellersta och övre delen innehåller strödda sandkorn i riklig mängd. Det råder intet tvivel, att detta lager är uppkom-

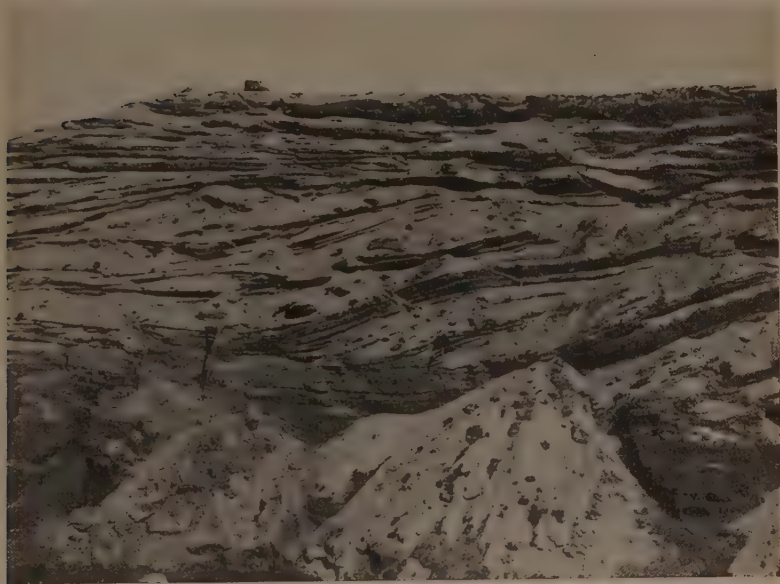


Foto C. Cizon Caldenius.

Fig. 7. Bilden visar lagerförhållandena inom det övre grus- och sandlagret samt dess övergång i den undre gyttjemålan. Foto från en av ravinerna inom västra strandterrassens mellersta del.

met på relativt djupt vatten, varför förefintligheten av sandkornen, som ibland samlas till långsträckta linser först föreföll något egenomlig. Å de glacifluviala bildningarna, som omgiva sjön, försigår emellertid å vissa vegetationsfria områden en synnerligen kraftig vinderosion, och det torde vara delar av det därvid eroderade materialet, som representeras av de ovannämnda sandkornen.

Den avlagring (övre proximalsedimentet), som vilar på det nu beskrivna gyttjehaltiga mjällagret, är till sitt uppträdande fullt överensstämmande med den, som underlagrar detsamma. I många profiler saknas även här gyttjezonerna helt och hållet, och en täm-

ligen homogen sand- eller grusavlagring uppstår. Detta är fallet framför många av uddarna i sjön samt å ställen, där man har anledning misstänka, att en udde existerat vid ett lägre vattenstånd än det före katastrofen rådande. Å dessa ställen stupa sand- och gruslagren såväl utåt den forna sjön som in mot dess strand, och en genomskärning, sådan den gestaltar sig i en av de många ravinerna, visar att en tydlig vall, utsträckt i den nuvarande uddens längdriktning, förelegat.

I profiler, där grus och sandlager växellagra med gyttjelager, ligga de olika lagren horisontellt på varandra eller äga en bestämd stupning ut mot sjön (fig. 7). Ju starkare stupningen är, desto tydligare linsform äger lagret. De grövre gruskornen äro anrikade vid linsens undre spets, omedelbart ovan det ställe, där denna genom en zon av sand och mjäla med rikliga växtrester övergår i den underliggande gyttjemjälan. Såväl i de horisontella som i de starkt stupande lagren ha iakttagits strukturer påminnande om »currentbedding», men antagligen på grund av materialets stora kornstorlek och den transporterande strömmens svaghet har aldrig någon vacker dylik utbildats. Ofta övertvåra lagren varandra, och någon gång synas delar av äldre lager inbäddade i närmast yngre. Vad gyttjerändernas utseende beträffar, gäller detsamma, som framhölls om dem i den underlagrande analoga lagerkomplexen. Allt tyder här liksom där på att ackumulationen ofta avbrutits av erosion. Det är följaktligen blott särskilt skyddade rester av den ursprungliga lagerserien, som bevarats. Överst i denna del av varje profil ligga lagren nästan undantagsvis horisontellt, men äro starkt vågiga (fig. 7). Erosionen synes ha spelat en mycket stor roll, då här oftare än annars avskurna och varandra övertvårande lager påträffas.

Närmast utanför stranderosionsterrassen bilda nu senast beskrivna lager ytan. Ett stycke ut å ackumulationsterrassen överlagras de emellertid av ett enhetligt, gyttjehaltigt mjällager (övre distalsedimentet) av samma beskaffenhet som det, vilket mellanlagrar de båda av huvudsakligen sand och grus bestående lagerkomplexen. På grund av den efter sjösänkningen starka deflationen är detta emellertid överallt ej bibehållet till sin ursprungliga mäktighet — på sina ställen är det helt bortöderat — utan här och var återstå blott enstaka deflationsvittnen (fig. 8).

De övriga strandterrassernas stratigrafi. Inom de övriga strandterrasserna bestå, såsom nämnts, ackumulationsterrasserna uteslutande av stranderosionssediment. I norr och öster äga ackumulationsterrasserna mindre bredd än erosionsterrasserna och i det nordöstra

hörnet saknas ackumulationsterrasserna alldeles. I söder och särskilt i sydost äro de åter tämligen väl utbildade. Avsaknaden av ackumulationsterrasser i sjöns nordöstra hörn liksom terrassens ringa storlek däromkring beror sannolikt, såsom ock AHLMANN framhållit, på att den förhärskande vindriktningen över sjön är nordväst-sydostlig, varigenom de därav alstrade strömmarna kunnat transportera material mot sydost utmed stranden. Den relativt stora bredden på ackumulationsterrassen i sjöns sydöstra hörn härrör sannolikt av på sådant sätt redeponerat stranderosions-sediment.

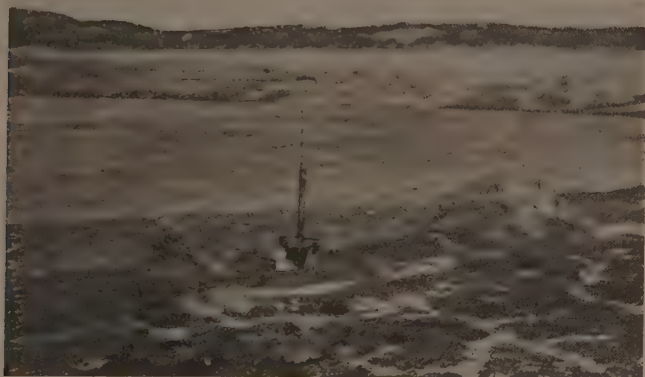


Foto C. Cizon Caldenius.

Fig. 8. Deflationsvittnen, bestående av det övre gyttjemjällagret. Foto från södra strandterrassen.

I sjöns sydvästra hörn, där Tältbäcken skurit sig ned genom strandterrassen, finnes en vacker profil blottad genom en ackumulationsterrass av proximalt stranderosionssediment. Dess byggnad är följande (fig. 9 a och b, Pl. 71 sektion III).

På issjösedimentet och skilt från detsamma genom en anrikningszon av sten ligga starkt linsformade lager av växlande kornstorlek, mjåla, sand och grus och dessa lager stupa bågformigt ut mot sjön. De äro ofta avskurna och ligga delvis synnerligen oregelbundet. En och annan lins av växtfossil förekommer och består av barr, pinnar, grenar, kottar och starkt söndertrasade blad, tydande på upprepade omlagring, innan de kommit till slutlig vila.

En viss lagbundenhet i det sätt, på vilket materialets kornstorlek stort sett växlar inom detta rena vågerosionssediment tycks finnas, ty i alla de profiler, jag upptagit, ligger underst, direkt på

anrikningsszonen på issjösedimentet, ett på olika ställen olika mäktigt lager av mjäla eller fin sand, sedan följer en stor lins av grov sand eller grus, därpå åter ett mjällager, som i sin tur åter täckes av grus. Sannolikast beror denna växellagring av finare och grövre material av samma orsaker som de, vilka framkallat

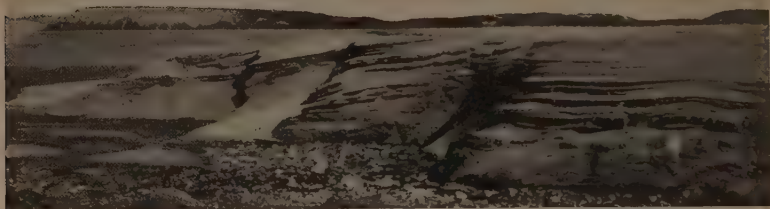


Fig. 9 a.

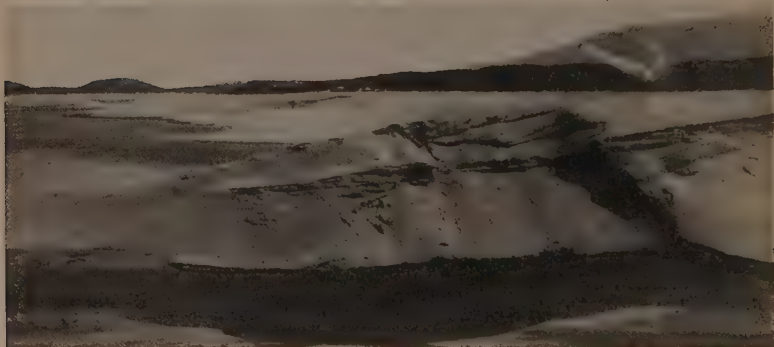


Fig. 9 b.

Foto C. Czön Caldenius.

Fig. 9 a och b. Erosions- (insuren i issjösediment) och ackumulationsterrassen vid Tältbäcken. Gränsen mellan de postglaciala och de glaciala lagren synes tydligt på bilderna. Den undre bilden visar ganska tydligt lagerföljden hos ackumulationsterrassen. Foton mot öster.

samma växellagring inom den västra strandterrassen. Men möjligen äro grus- och sandlagren här att betrakta som stormskikt.

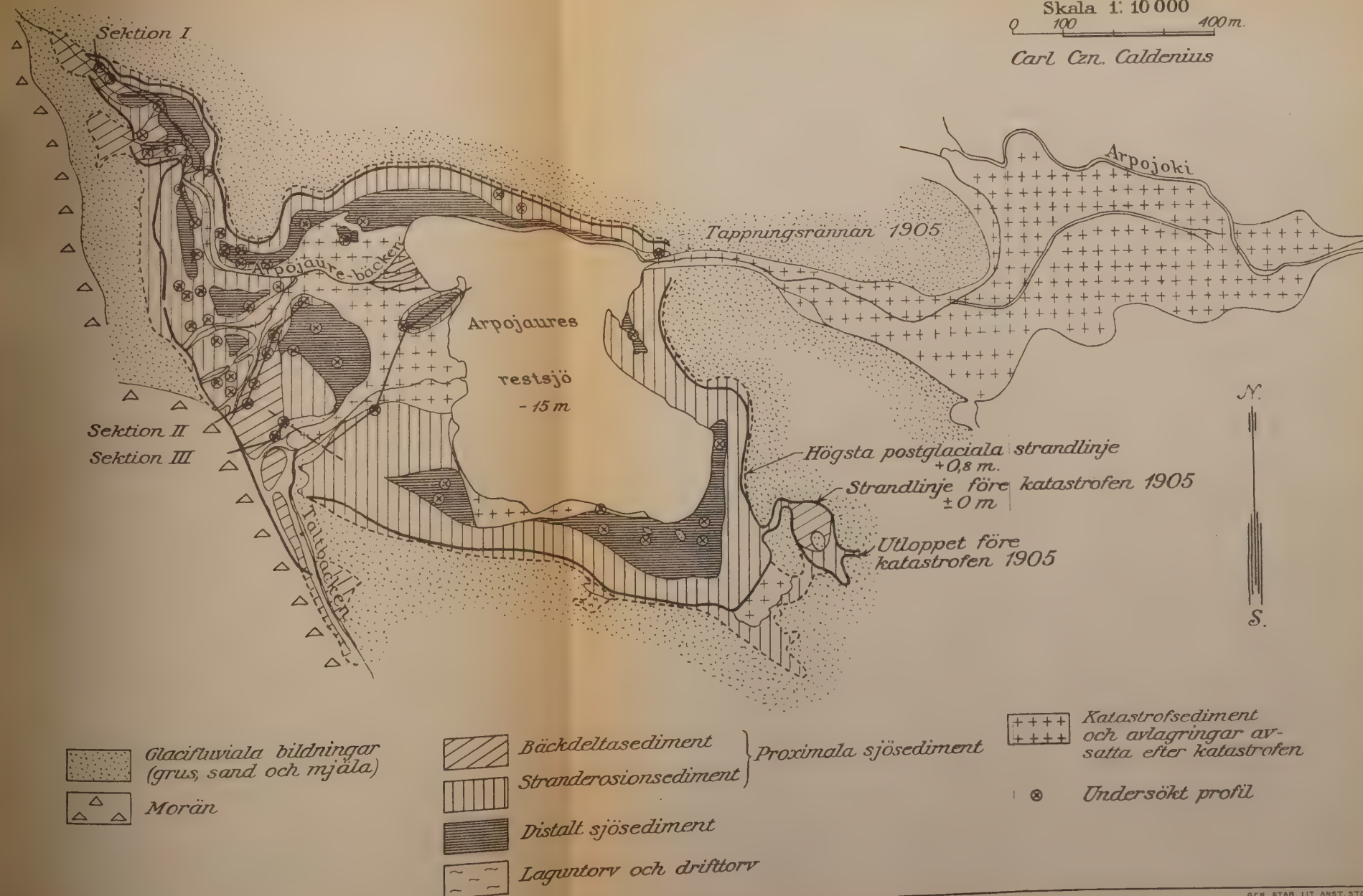
Där ackumulationsterrassen av vågerosionssediment inom sjön finnes utbildad, har den ungefär denna byggnad. THORE FRIEDSÄGER, att avlagringarna i Arpojaure bestå av ett »cirkelformigt delta». Ovan har framhållits att bäckdeltasediment blott förekommer inom sjöns nordvästra och sydvästra delar, och att strandterrassen i övrigt uppbyggts genom vågerosionen.

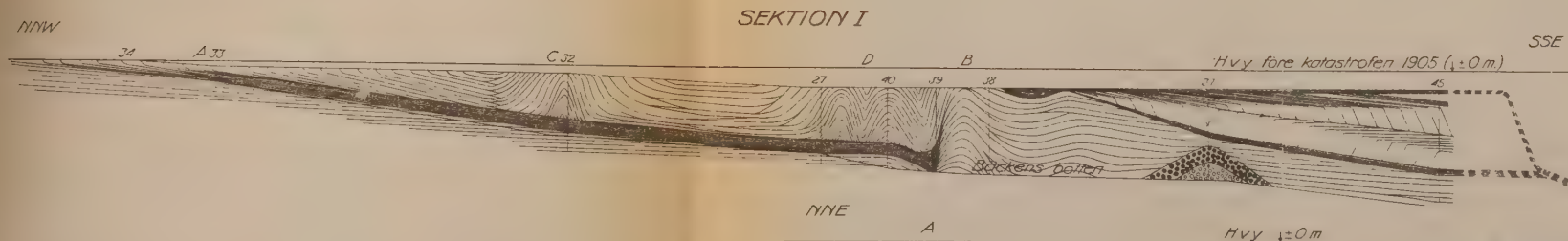
Arpojaures sjöbotten Juli 1913

Skala 1: 10 000

0 100 400 m.

Carl Czn. Caldenius





SEKTIONER GENOM ARPOJAURES SJÖBOTTEN

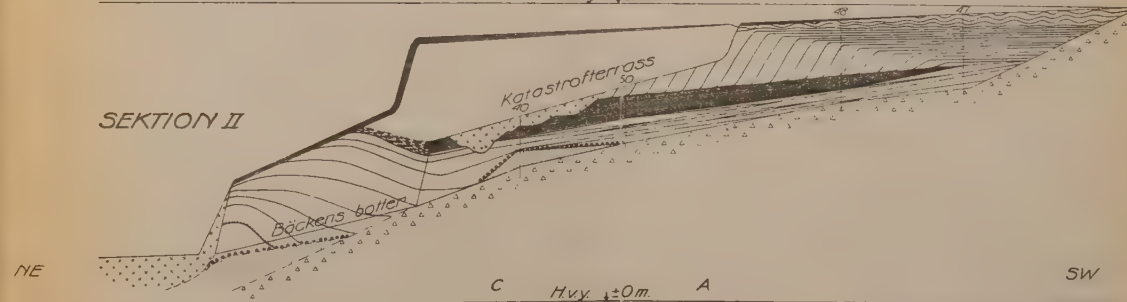
JULI 1913
 Carl Czn. Coldenius
 HÖJDSKALA = 1:400
 LÅNGDSKALA = 1:2000

- | | | |
|--|--|----------------------------|
| | | } Postglaciala sjösediment |
| | | |
| | | |

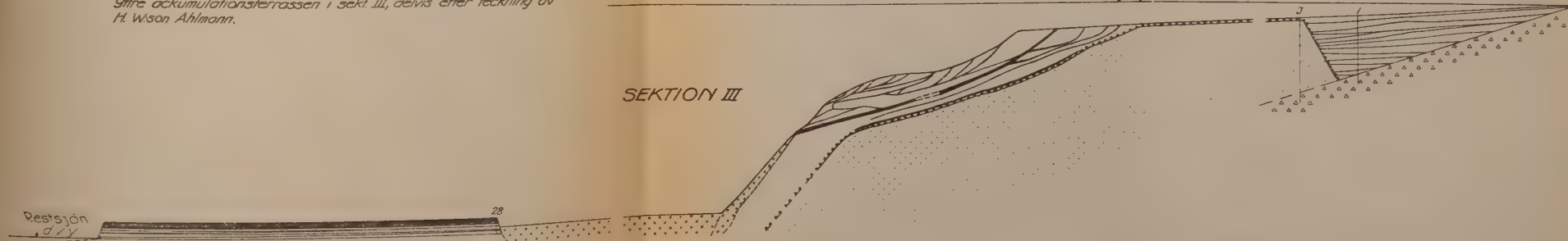
Vid och efter katastrofen avsatta lager

Yttre ackumulationsterrassen i sekt. III, delvis efter teckning av H. Wison Ahlmann.

SEKTION II



SEKTION III



Biogena sediment. Å trenne ställen inom Arpojaurebäckenet har det biogena sedimentet ansamlat sig i så riklig mängd, att verkliga torvlager uppkommit. I ett fall har torvlagret uppstått alloktont strax invid sjöns förutvarande vattenyta, i de andra fallen autoktont ifrån sjön, vid ett lägre vattenstånd än det näst sista, avsnörda bäcken.

Den alloktona torven eller drifttorven befinner sig invid sjöns nuvarande utlopp. I densamma är materialet väl sorterat, och består närmast stranden huvudsakligen av blad, medan utåt mot sjön en formlik barriär av stamdalar, bark, pinor och kottar tyckes ha förelegat. Torven är icke fri från oorganiska inblandningar, särskilt är dess undre del ganska uppblandad med lera och sand, som ibland kan samla sig till verkliga lager.

De autoktona torvlagren utgöras, det ena av ett väl multnat cirka 1 dm tjockt torvlager dels under, dels innanför en lagunvall å sjöns södra strand, och det andra av en cirka 3 dm mäktig torvlins, inbäddad i de grusiga sjöbottenlagren i den nordliga delen av den västra strandterrassen.

Torven å detta sistnämnda ställe härleder sig från ett *caricetum amblystegiosum*, som till en början regelbundet synes ha översvämmats (fig. 10). Märken efter rothår, som rängt ned i den underlagrande sanden äro ännu tydligt skönjbara. Torvlagrets mitt förefinnes enligt R. SANDEGREN, som undersökt proven från torvlagret, ett fullständigt rent *amblystegium*. Mot torvlagrets övre gräns börja linsformade inlagringar av sand att spela en allt större roll, till dess de fullständigt dominera, och en ren cirka

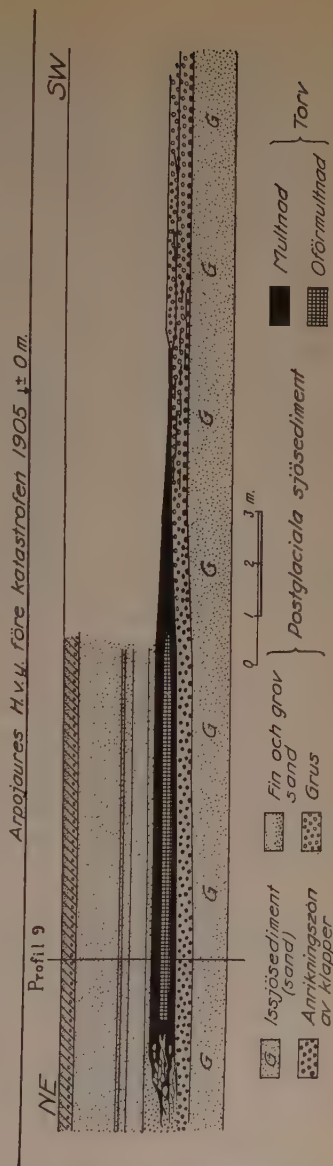


Fig. 10. Sektion genom mossen i Arpojaure sjöbotten.

1,75 *m* mäktig sandavlagring uppstår, som når ända upp till förutvarande sjöbotten. In mot sjöns strand utkilar torvlagret småningom, medan det ut mot sjön är tvärt avhugget och uppsplitsat till ett nät med maskorna utfyllda av inspolad sand (fig. 10.)

Växtfossil. I Arpojaures avlagringar förekomma särdeles rikligt bestämbara växtrester, såväl stamdelar, blad och frön som pollen. Dessa sistnämnda äro mycket väl bibehållna i gyttjeränderna samt i mossens olika lager, mindre väl i de partier av gyttjezonerna, som äro uppblandade med sand och lera, men förekomma ej alls i de rent oorganiska sedimenten. Med undantag av några skalbaggsvingar ha djurfossil hittills ej anträffats. Till den av THORE FRIES (Botanische Untersuchungen im nördlichsten Schweden, Upsala 1913) publicerade förteckningen över växtfossil från Arpojaures avlagringar har jag intet att tillägga.

Liksom man i torvmossarna inom björkregionen i övre Lappland kan skilja mellan en äldre, makroskopiska lämningar av *Pinus* förande horisont, och en yngre, där dylika lämningar av *Pinus* saknas, så kan man ock i Arpojaures avlagringar skilja mellan en äldre *Pinus*zon och en yngre *Betulazon* och sålunda parallellisera lager av olika genesis och olika petrografiska karaktär. Det visar sig nämligen, att *Pinus silvestris* förekommer makroskopisk genom hela den undre proximala lagerserien, samt att den även fortsätter ett litet stycke — olika högt på olika lokaler — upp i det undre distalsedimentet. Beträffande dessa *Pinus*lämningar förtjänar omnämnas, att en 12 *m* lång, rakvuxen tallstam anträffats inbäddad i det undre proximala sedimentet, och att lämningar i övrigt av tallstammar äro ganska vanliga inom detta sediment, ända ned till anrikningszonen mot issjösedimentet. I det övre proximala och i det övre distala sedimentet saknas emellertid dylika makroskopiska rester av *Pinus* helt och hållet. Pollen av densamma anträffas mer eller mindre rikligt i gyttjeränderna genom hela den postglaciala lagerserien i sjön. Men då pollen av *Picea*, som aldrig vuxit kring sjöns stränder, och vars närmaste sammanhängande bestånd nu befinner sig cirka 6 mil från Arpojaure, även förekomma i enstaka exemplar dels å södra stranden i torven under lagunvallen (Pl. 70), uppkastad vid ett högre vattenstånd än det före katastrofen rådande, dels i övre delarna av det övre distalsedimentet, får tydligen av dessa pollenfynd ej dragas några slutsatser beträffande dessa växters uppträdande å platsen eller i dess närhet.

I detta sammanhang bör omnämnas en liten detalj från den av SANDEGREN utförda pollenundersökningen av mossens olika lager

Mossens ytlager äro ganska starkt multnade. Medelst olika tätsträckning har å fig. 11, som visar en profil genom mosslagren, sökt åskådliggöras förmultningsgraden (ju tätare sträckning, ju större förmultningsgrad). När jag sammanställde SANDEGRENS pollenuppgifter, visade det sig, att största antalet pollen per preparat förefanns i den mest multnade torven. Vidare befanns det, att antalet *Pinuspollen* i förhållande till *Betulapollen* starkt ökades från mossens bas mot dess yta, ett förhållande, som väl ej kan förklaras på annat sätt än att *Pinus*stånden tilltagit i mängd under den tid, som mossen existerade.

96		84,5 %	<i>Carex-Sphagnumtorv</i> (tämligen multnad)
40 %		81,5 %	<i>Carex-Amblystegiumtorv</i> (nästan oförmultnad)
26 $\frac{2}{3}$		36,4 %	
50 $\frac{1}{2}$		10,2 %	<i>Amblystegiumtorv</i> (oförmultnad)
89		12,8 %	<i>Carex</i> torv (väl multnad)

Fig. 11. Profil genom mossen inom Arpojaure. Skala 1:20. Siffrorna till vänster angiva antalet pollen per preparat, procenttalet till höger antalet *Pinus*-pollen i förhållande till antalet *Betula*-pollen.

Beskrivning av tre detaljerat undersökta sektioner inom västra strandterrassen. För att en god överblick skall erhållas över de olika bildningar, som uppbygga Arpojaures sjöbotten, lämnas här en beskrivning av trenne representativa sektioner I, II och III genom västra strandterrassen, visande dess utseende från stranden före tappningen och fram till närheten av restsjön (Pl. 71; beträffande läget se Pl. 70).

Den första av dessa, sektion I, förlöper stort sett från NNW-SSE, innerst från den forna mynningen av Arpojaurebäcken ned mot dess nuvarande utlopp och utefter den ravin i sjöbottnen, som bäcken efter katastrofen utskurit åt sig.

Underst vila issjösediment och rullstensgrus, som dock icke ännu överallt i ravinens sidor blottlagts av bäckerosionen, utan döljas genom den anrikningszon av grova stenar, som vid katastrofen uppkom i ravinens botten. På detta glaciala sediment, i vilket hittills blott blad av *Betula nana* av THORE FRIES anträffats, vilar det postglaciala undre, proximala sedimentet, vilket ej överallt är omedelbart tillgängligt för iakttagelser, men som i regel kan nås genom mindre grävningar. Vid B bildar detta sediment, som innehåller makroskopiska rester av *Pinus*, en vallformad, ren sandav-

lagring, vars lager uppåt tilltaga i mäktighet samt vinna allt större utsträckning i riktning utåt sjön. Det synes mig sannolikt, att vid B föreligger en strandsporre och framhållas bör, att dennas lager äro avskurna av sjöbottenytan. Det undre proximalsedimentet överlagras av det undre distalsedimentet, som genom den höga strandsporrén vid B uppdelas i tvenne partier, varav det innanför strandsporrén belägna når en rätt avsevärd mäktighet, cirka 0,75 å 1 *m*, medan det utanför densamma är tunnare, från strandsporrén småningom ökar i tjocklek och blir högst 0.4 *m* tjockt. Såvitt jag kunnat iakttaga, förefinnes hos distalsedimentet intet, som tyder på att det under någon tid legat fullständigt torrt. Dess relativt stora mäktighet innanför strandsporrén visar, att i den instängda vik, sjön här bildat, rätt rätt ostörda sedimentationsförhållanden. Genom den barriär, som strandsporrén vid B bildade, torde viken varit skyddad mot vågorna utifrån sjön. Det övre proximalsedimentet bildar vid C och D vallar av strandsporrénatur. Dessa vila dock, till skillnad mot den vid B, diskordant på det undre distalsedimentet. Strandsporrarna vid C och D torde alltså utbildats först sedan större delen av det undre distalsedimentet avsatts. I de växtlager, som finnas inbäddade i desamma, liksom ock i större delen av det dem underlagrande distalsedimentet saknas makroskopiska rester av *Pinus*. Vid dessa strandsporrars utbildning torde de bägge invid dem utmynnande bäckarna ha spelat en viss roll. Strandsporrarnas lager äro avskurna av sjöbottens yta, ett fenomen, som möjligen kunnat uppkomma genom erosion av krönet, och vilket i sådant fall kan utvisa en kanske ännu före tappningen pågående sänkning av vattenståndet.

Den andra sektionen, sektion II, framgår från ändpunkten av ravinen närmast NW om Tältbäckens ravin och ut mot nuvarande restsjön.

Vid tappningen har här en sekundär erosionsterrass utbildats, när vattnet sögs ut från sjöbotten och på denna terrassyta därvid avlagrade en del katastrofmaterial. Rekonstruerad skulle sjöbotten ha det utseende, som bilden visar. Vi möta i denna sektionens undre parti samma avlagringar, som vi känna från sektion I, med det tillägget, att här på några ställen även moränen sticker fram under och emellan de rester av issjösediment, som här och var finnas. På issjösedimentet följer anrikningszonen av små stenar, och på detta vilar sedan det postglaciala undre proximala sedimentet, överlagrat av det undre distala sedimentet. I dessa förekomma som i sektion I makroskopiska rester av *Pinus* med undantag för distalsedimentets övre del. Vid A äro de proximala

lagren avsatta koncentriskt kring en kärna av sand, en form, som blott kan förklaras genom antagandet, att en strandsporre här en gång existerat. Denna kan ha bildats under en stigande vattenyta, emedan dess översta lager konkordant äro täckta av distalsedimentet. Mot stranden övergår distalsedimentet småningom i de övre proximala lagren, som i starkt stupande linser ut mot sjön överlagra detsamma fram till ackumulationsterrassens brant. Ytan täckes, utom närmast stranden, av ett tunt, vinderoderat täcke av det övre distalsedimentet.

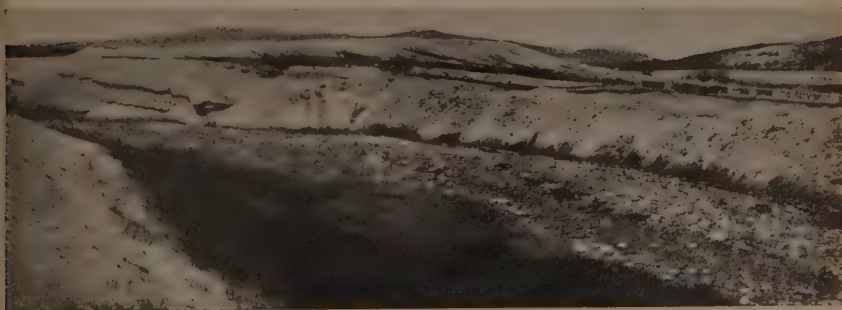


Foto C. Czorn Caldenius.

Fig. 12. Skärning genom västra strandterrassen utmed en av bäckravinerna inom terrassens mellersta del. Längst till vänster å fotografien synes issjösedimentet (sand med mjäl- och lerränder, genomsatta av förkastningar), som utåt (åt höger) överlagras av det undre proximalsedimentet (sand). Detta täckes av det undre och det övre distalsedimentet (gyttjemjälör), vilka innanför terrassbranten övergå i det övre proximalsedimentet (grus med gyttjeränder). Foto mot norr.

Innan vi söka tyda det övre proximala sedimentets bildningssätt i denna sektion, skola vi först kasta en blick på ännu en sektion, sektion III, lagd utefter Tältbäcken, från stranden ut till restsjön. Denna sektion skiljer sig ganska mycket från de tvenne förut beskrivna. Den sönderfaller i 3 huvuddelar: närmast intill stranden ligger det undre, makroskopisk *Pinus* förande, proximala sedimentet omedelbart på morän och når här ända upp till ytan. Vid A överlagras moränen av issjösediment, som når ända upp till sjöbottnens yta, från vilket det blott skiljes genom en anrikningszon av sten. Vid C täckes det av en i sin undre del makroskopisk *Pinus* förande avlagring, vars lager svagt bågformigt stupa ut mot sjön och i denna riktning även tilltaga i mäktighet. *Pinuslämningarna* upphöra cirka 1,5 m under sjöbotten. Detta sediment måste tydligen på grund av sitt läge vara bildat uteslutande genom vågerosionens verksamhet.

För att en sektion av detta utseende skall kunna uppkomma är det tydligt, att issjösedimentet i sektionens mitt en gång såsom en udde, utskjutande från stranden E om bäcken, måste stuckit upp över sjöns vattenyta. Bäckens mynning måste sålunda ha vandrat från N mot S och inom det område, som å kartan (Pl. 70) betecknats med sned sträckning. Sjöbotten uppbygges där av det övre och det undre proximala sedimentet, vilka vid profilerna 48 och 50 (Pl. 71, sektion II) mellanlagras av distalsediment, medan vid profil 1 (Pl. 71, sektion III) blott det undre proximala sedimentet förekommer.

Det har i det föregående framhållits, hurusom vid det proximala sedimentets avsättning erosion och ackumulation växlat, samt att någon vackert utbildad strömlagring icke iakttagits. På grund av det läge, detta sediment i dessa profiler intager, är det emellertid omöjligt, att detsamma — som man annars av dess byggnad skulle vilja förmoda — framgått uteslutande genom vågerosionens verksamhet. Det har sannolikt vid dess bildning rått en intim samverkan mellan de strömmar, bäcken orsakade vid sitt utlopp i sjön och de, som uppstodo genom vågrörelsen. Medan de förra huvudsakligen tillfört material, ha de senare upprepade gånger omlagrat detsamma, till dess det slutligen befann sig på så djupt vatten, att strömmarna voro för svaga att föra det vidare. På samma sätt torde också en stor del av det i sektion I förekommande proximala sedimentet ha uppstått.

I samtliga de nu nämnda sektionerna förekomma utanför ackumulationsbranten lager, som ligga ungefär i nivå med nuvarande restsjön, och som avsatts vid katastrofen 1905. De fortsättas omedelbart av de sediment, som nu genom bäckarnas och böljeslagens gemensamma arbete bildas i restsjön. Deras yta utgör W om restsjön en tämligen plan slätt, som där vid katastrofen nedskurits i sjöbotten, av vilken enstaka rester höja sig över den samma. Sektion III går närmast restsjön genom den största av dessa rester. Det visar sig, att distalsedimentet även på denna låga nivå underlagras av proximalsediment. Några fossil ha visserligen icke anträffats, men de sand- och gruslager, som här ligga i långsträckta linser, ha precis samma utseende som de, som ligga omedelbart ovan anrikningszonen på issjösedimentet i högre belägna profiler. Lagren ligga i allmänhet horisontellt, och det synes mig vara sannolikt, att de en gång bildats på samma sätt som de lager, vilka nu uppbyggas runtom dem. Deras närvaro på denna nivå och i detta öppna läge långt ute på den plana sjöbotten synes mig knappast kunna tydas på annat sätt, än att Arpojaures vatten-

stånd en gång kan ha stått minst ungefär så lågt som nuvarande restsjöns.

Kort sammanfattning av stratigrafien inom Arpojaures sjöbotten. De postglaciala sedimenten, vilka sammansättas av proximalt och distalt bäckdelta- och stranderosions-sediment samt terrigena biogena sediment skiljas från de underlagrande glacifluviala lagren medelst en anrikningszon av klapper. Inom västra strandterrassen utgöras de proximala sedimenten av bäckdeltasediment och stranderosions-sediment, medan inom övriga strandterrasser det proximalt avsatta materialet består blott av stranderosionssediment. De proximala sedimenten utgöras av på varandra liggande långsträckta, linsformade lager av sand och grus, med tunna band av finkornigare material, lera och mjåla. Det finkornigare materialet har ibland inom det proximala bäckdeltasedimentet så stark halt av organiska ämnen, att rena gyttjeavsättningar föreligga. Även inom det proximala stranderosionssedimentet förekomma inlagringar av organiska lämningar, men mycket sparsamt och i form av driftlager, bestående av anhopade barkflagor, grendelar, barr och blad. Inom den västra strandterrassen kan man skilja mellan ett undre och ett övre proximalsediment, mellan vilka inskjuter sig en enhetlig zon av mjåla och lera med gyttjeband, det undre distalsedimentet, vilket når sin största mäktighet vid foten av ackumulationsterrassen och sedan fortsätter med avtagande tjocklek ut över de djupare belägna delarna av sjöbotten. Här överlagras det omedelbart av ett lika beskaffat sediment, det övre distalsedimentet, som även å sina ställen kan följas uppför branten på ackumulationsterrassen, vars kant och yta det täcker ett gott stycke fram mot erosionsterrassen. På grund av den efter sjötappningen starka vinderosionen är emellertid dess ursprungliga gräns in mot stranden svår att fastställa. Den framgår nu på ett avstånd av 30—40 m från högvattenmärket. Även inom de övriga strandackumulationsterrasserna kan man spåra en liknande lagerföljd som den västra strandterrassens, ehuru ej så tydligt utvecklad som därstädes.

Makroskopiska rester av *Pinus silvestris* finnas i det undre proximal- och den understa delen av det undre distalsedimentet, men saknas inom det övre proximal- och det övre distalsedimentet.

Vattenståndets växlingar i Arpojaure.

Det är a priori tydligt — genom förekomsten av terrigena bildningar in situ, 1,75 m under sjöbottens yta — att vattenytan i

Arpojaure undergått förskjutningar, under det att sjöbotten uppbyggts. Det närmare fastställandet och begränsandet av dessa vattenytans oscillationer erbjuder emellertid svårigheter.

Då man sålunda söker avgöra frågan angående den lägsta nivå, till vilken vattenståndet i sjön sjunkit, får man ej bortse från de olika förhållanden, under vilka vågerosionen under olika perioder av sjöns tillvaro arbetat. Till en början, innan ännu vegetationen bundit de sjön omgivande glacifluviala sedimentens yta, och innan ännu ett stranderosionshak utskurits till nämnvärd bredd, bör erosionen ha försiggått betydligt lättare än senare. Särskilt av den sistnämnda anledningen bör grövre material till en början ha transporterats längre ut i sjön än senare.

Vidare är att beakta, att lager av finare material kunna överlagra lagerkomplex av grövre material av den orsaken, att ackumulationsterrassen utbyggts till mättnad. Den västra strandterrassens stora bredd och dess yttäcke av distalsediment karaktisera denna terrass såsom »mättad».

Enbart växellagringen av distalsediment och proximalsediment är således ej avgörande för frågan angående vattenståndssoscillationerna.

Det undre proximalsedimentets överlagring av det undre distalsedimentet kan emellertid ej förklaras annat än genom en stigning av sjöns vattenstånd. Denna stigning tillhör en senare tid än den sänkning, under vilken mossen inom sjöns nordvästra del uppstått (i övre delen av det undre distalsedimentet saknas *Pinus*lämningarna, medan mosslagren rikligt innehålla dylika). Med stöd härav kan man sluta, att sjöns vattenståndsväxlingar måste ha skett på följande sätt. Sedan sjön avsnördes ur det isdämda sjösystem, som upptog den västra delen av Kängämäälvens dal, sjönk vattenytan, till dess den nådde en nivå, som kan ha varit lägre än den nuvarande restsjöns (lägre än c:a — 15 m, därvid sjöns strandlinje före katastrofen 1905 räknas såsom ± 0 m). Tidsavsnittet, då detta låga vattenstånd rådde inom sjön, benämnes i fortsättningen »torrperioden». Möjligen var sjön helt uttorkad. Därefter ökades dess vattenmängd ånyo, och allteftersom vattenytan höjde sig, dels översvämmades, dels eroderades de fastlandsbildningar, som under torrperioden i form av mossar etc. uppstått i mindre depressioner å den forna sjöbotten. Sedan sjöns yta nått en nivå något högre än den före katastrofen år 1905 rådande, sjönk den ned till denna, för att sedan i ett slag genom denna ödesdigra händelse sänkas ned till den nuvarande. Detta någon gång före 1905 rådande högre vattenstånd utmärkes av den förut omnämnda lagunvallen

(krön vid + 1,3 m)¹ på torv, som under vallen innehåller pollen av *Pinus* och *Picea*, och även av det väl markerade stranderosions-haket vid + 0,8 m.

AHLMANN anser detta erosionshak markera ett vattenstånd, som skulle förekommit före torrperiodens låga vattenstånd, och såsom skäl härför anför han, dels att erosionshaket nu är försett med träd- och buskvegetation, dels att de av honom mellan sjöns strandlinje och restsjöns vattenyta å östra terrassbranten uppmätta erosionshaken i annat fall borde varit täckta med senare eroderat material. Jag har ehuru med tvekan tidigare accepterat denna uppfattning, men det förefaller mig nu, att denna icke kan upprätthållas.

Strandhaket täckes visserligen av träd och buskar, något gräs etc. men skiljer sig i övrigt, vad vegetationen beträffar, avsevärt från området ovan detsamma. Skillnaden är dock ej större, än att ett antagande att den betingas av extrema högvatten under perioden närmast före tappningen synes mig sannolikt.

De av AHLMANN beskrivna strandlinjerna ned till restsjöns nivå å östra strandterrassen synas även mig tala för, att sjöns vattenstånd en gång varit ungefär så lågt som restsjöns. Emellertid förefaller mig deras uterodering kunna ha skett i samband med vattenståndet ± 0 m. Såsom av AHLMANN'S fig. 5 rätt tydligt framgår och av honom å strandprofilen fig. 4 A (G. F. F., Bd 36, H. 6, 1914) schematiskt angivits, äro dessa strandlinjer markerade genom obetydliga hak å stranderosionsterrassens brant. Såväl stranderosionsplanet, vars bredd uppgår till 10 å 20 m, som dessa diminutiva erosionshak äro utskurna i grov rullstensklapper, mellan vilka allt finare material bortspolats. Som förklaring till den ringa erosion, varom terrassbrantens erosionshak synas mig bära vittne, får man enligt mitt förmenande antaga, endera att de utbildats under en hastig strandförskjutning, eller ock att de utskurits i samband med stranderosionsplanets uterodering. Det förhållandet, att dessa erosionshak bevarats och ej täckts av sediment, synes mig kunna förklaras enbart av de strömförhållanden, som rått inom denna del av sjön, och vilka tidigare vidrörts.

AHLMANN betonar, att större delen av stranderosionsterrassen inom sjöns norra, östra och södra delar måste ha uteroderats före torrperiodens låga vattenstånd. Detta är möjligen fallet, men några säkra hållpunkter för att avgöra, huru stor del av strand-

¹ Undre och inre (den mot sjön vettande) delen av denna lagunvall torde säkert vara en strandvall, medan övre och yttre delen enligt mitt förmenande väsentligen torde utgöra en dynbildning.

erosionshakets, som utskurits före och efter torrperiodens lägsta vattenstånd, finnas ej. Av vad jag ovan framhållit beträffande tiden för $+ 0,8$ m erosionshakets uppkomst framgår, att jag måste anse, att förhållandet mellan de under dessa olika tider uteroderade delarnas storlek gestaltar sig på annat sätt än vad AHLMANN antagit och åskådliggjort å sin fig. 4 (G. F. F., Bd 36, H. 6, 1914).

Avlagringarna från tiden före torrperioden ha till större delen förstörts genom senare omlagring. Möjliga rester av desamma äro de ytterst obetydliga sand- och gruslager, vilka medelst anrikningsszoner av klapper skiljas ej blott från underlagrande distala

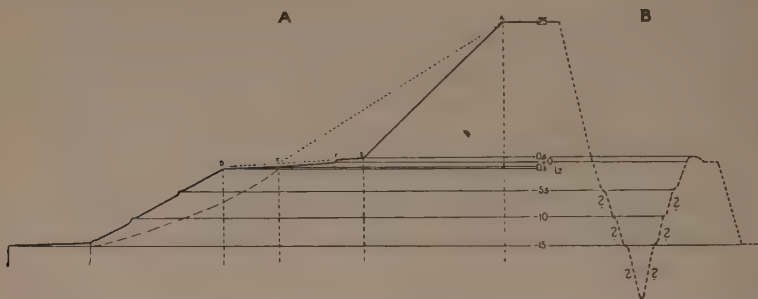


Fig. 13. A. schematisk sektion över östra stranderosionsterrassen och B. schematisk framställning av vattenståndets växlingar i Arpojaure (delvis efter H. W:son Ahlmann).

issjösediment utan ock från överlagrande proximala lakustrina sediment med gyttjeränder. Av storleken av dessa sedimentrester kan man följaktligen ej sluta sig till den föregående erosionens storlek. Den yngre delen (efter torrperiodens minimivattenstånd) av de av uteslutande stranderosionssediment bestående ackumulationsterrasserna vid sjöns norra och södra sidor synas enligt de uppskattningar, som kunnat göras i skärningen vid Tältbäcken etc., kunna beräknas till högst $\frac{1}{3}$ av erosionshakets storlek. Detta värde är naturligtvis mycket osäkert, men lämnar ju en antydning om, att ett icke oväsentligt erosionsarbete bör ha skett efter den egentliga torrperioden. Tilläggas kan, att de undre, makroskopiska lämningar av *Pinus* förande lagren enligt de beräkningar, som med stöd av förefintliga mätningar kunnat göras, upptaga mindre än $\frac{1}{3}$ av dessa yngre ackumulationsterrasser, varför huvudparten av nyssnämnda erosionsarbete bör ha skett i sen tid och sannolikt vid utskärandet av $+ 0,8$ m erosionshakets.

Huru sänkningen av sjöns vattenyta tillgått, sedan isoleringar från Kögämädalens issjö skett, har ej ännu kunnat utredas, och

ej heller har den nivå fastställts, när denna isolering var verkställd och utloppets nederodering började. Under torrperioden var sjön emellertid avloppslös.

Beträffande beskaffenheten av sjöns avlopp, sådant det gestaltade sig före år 1905, förtjänar följande att framhållas. Avloppsrännan är nära sjöns sydöstra hörn inskuren i den glacifluviala grusbarrieren, och avloppsrännans väggar bestå av stora rullstenar, mellan vilka allt finare material är bortspolat. Sannolikt har avloppet relativt hastigt nederoderats till den nivå och erhållit den gestaltning, det nu innehar. Ett förhållande, som synes mig tyda härpå, är, att den utvidgning, som förefinnes i avloppsrännan strax utanför sjön, icke av strömmen blivit helt igenfylld med material.

Geokronologiska bestämningar.

Någon uppskattning av den tidslängd, under vilken de olika vattenstånden rått, har icke genom den stratigrafiska lika litet som genom den morfologiska undersökningen varit möjlig att göra.

THORE FRIES har trott sig kunna urskilja årsvarv inom Arpojaureavlagringarna. I en av sina uppsatser i Upsala-Bulletinen har han närmare beskrivit desamma såsom bestående av med varandra växlande *mm* tunna eller ännu tunnare lager av multnade växt-, blad-, barr- och gyttjeränder och ler-, mjäl- eller sandränder. Han uppfattar den organiska delen av »varvet» såsom avsatt under sommaren, medan det oorganiska materialet skulle ha transporterats fram under vintern. Han har i olika profiler av den del av avlagringarna, som föra *Pinus*, sannolikt makroskopisk *Pinus*, gjort enstaka skikträkningar (G. F. F. Bd 33). Med stöd av dessa har han uppskattat den tid, som åtgått för lagrens avsättning. Han har på detta sätt för postglacialsiden i Arpojaure erhållit en längd av cirka 7 000 år.

I den framställning, som jag ovan givit av uppkomsten och byggnaden av sedimenten i Arpojaure, har framhållits, hurusom erosion ofta växlat med ackumulation. Den i varje profil nu blottlagda lagerserien är blott rester av den ursprungliga, och de enstaka lagren ha i allmänhet en starkt begränsad längdutsträckning samt en starkt linsformad gestaltning. Ett försök att där genomföra kronologiska mätningar är därför dömt att misslyckas eller måste åtminstone stöta på oerhörda svårigheter.

Ett årsvarv fordrar, att en viss med året växlande periodicitet gör sig gällande i det avsatta slammet. I de vid inlandsisens avsmältning bildade avlagringarna uppkom denna genom den stora

skillnaden i strömstyrkan hos isälvarna under sommaren och vintern. Då isälvarnas tillflöden utgjordes av smältvattnet från inlandsisens yta, voro de troligen under en del av den kallare årtiden helt utsinade.

I de hittills undersökta postglaciala sedimenten, fjord- och älvsjö-avlagringarna i de norrländska dalgångarna, är årsvarvigheten ej så utpräglad som i de där tidigare avsatta glacialsedimenten, till



Foto C. C:zon Caldenius.

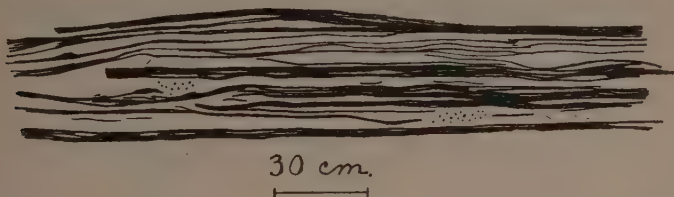
Fig. 14. Gytte- och gruslagrens förhållande till varandra. Skärning vid Arpojaurebäcken.

följd av att skillnaden i strömstyrka under vinter och sommar ej nådde samma storlek som under isavsmältningstiden.

Arpojaures tillflöden utgöras av tvenne små bäckar, Arpojaurebäcken och Tältbäcken. Under de olika klimatperioderna i postglacial tid ha dessa nog uppvisat rätt olika vattenföring. För närvarande föra de liksom de flesta fjällbäckar vid snösmältningen om våren mycket vatten, brusa då fram med stor strömstyrka, medan de mot slutet av sommaren nästan helt utsina. Genom växlingarna i deras vattenföring borde alltså kunna åstadkommas en ganska vacker periodicitet i det av dem avsatta sedimentet. En sådan förefinnes dock icke i Arpojaureavlagringarna. Granska vi, för

att ytterligare bestyrka detta, t. ex. vidstående bild (fig. 14) från en profil vid Arpojaurebäcken, så finna vi 1 *cm*—1 *dm* tjocka lager av sand och grus växellagrande med gyttjelager (se även fig. 15). Någon övergångszon av finkornigt sediment mellan gyttjan och sanden eller gruset existerar icke, utan den förra ligger såsom ett olika mäktigt täcke på de senare, ibland tydligt utfyllande hålrummen mellan stenarna på ställen, där grusranden består av särskilt grovt material.

Följer man grusränderna och gyttjeränderna, utkila de snart, ligga sålunda, som förut uttryckligen betonats, långsträckt linsformigt. Såsom det synnerligen vackert synes å bilderna, har erosionen farit mycket illa fram med gyttjeränderna, som ofta äro avskurna eller blott bibehållna i stumpar. Ibland träffas rester av



del. C. Czön Caldenius.

Fig. 15. Detalj visande pseudo-årsvarv, bestående av gyttje- och torvskikt (svarta linjer), mellanlagrade av sand (utan beteckning) och grus (punkterat).

dem, som förut framhållits, såsom rundade bollar i gruslagren. Vid närmare påseende låta gyttjeränderna dela upp sig i skikt av olika halt av organiskt och oorganiskt material, rena torvskikt och rena ler-, mjäl-, sand och grusskikt. Dessa skikt ligga långsträckt linsformigt inom samma gyttjerand. Torvskikten bilda ibland snedställda små lager, ytterst litet uthålliga i längd, som stupa med eller mot varandra.

Det finnes enligt min mening intet, som talar för, att dessa linsformade lager av grus och gyttja eller enstaka skikt inom desamma äro årsvarv. Fastmer synes mig undersökningen ha visat, att de blott representera mer eller mindre tillfälliga ändringar i riktningen hos den dem avlagrande strömmen. Gruslagrens natur av bankar är ju genom deras linsform faktiskt konstaterad. Det är tydligt, att det under vårflödet relativt hastigt bildas en grusbank av stor mäktighet, medan däremot ett gyttjelager av mycket liten tjocklek bör behöva synnerligen lång tid för sin bildning. Det är sannolikt, att de flesta i Arpojaureavlagringarna förekommande gruslagren avlagrats på grunt vatten. Då de följaktligen ganska hastigt nådde upp i

närheten av vattenytan, kunde de jämförelsevis snart verka avlänkande på riktningen av strömmen, som nu på ett nytt ställe började bygga upp en ny grusbank. Vid under årets lopp inträffade, smärre fluktuationer i vattenståndet vid nästa vårflöde eller vid inverkan av kraftiga böljeslag, bör erosion ha skett å de av bäckströmmen uppbyggda grusbankarna och det i lä bakom dem avsatta gyttjehaltiga sedimentet.

Att sedimenteringen i Arpojaure haft det förlopp, som jag ovan skildrat, beror nog på flera orsaker. Tillflödena äro relativt små, och trots deras vattenrikedom om våren torde deras strömstyrka blott vara mäktig att transportera ut det medförda materialet ett kort stycke i sjön. Tillgången på material av finare kornstorlek har varit ytterst ringa, då Arpojaure, som förut framhållits, omges av glaciäfluviala bildningar av i allmänhet ganska stor kornstorlek. Vid vårt besök var vattnet i bäckarna kristallklart och ett utmärkt dricksvatten, och detta trots att under de första veckorna tydligen högvatten rådde. De genom böljeslagen alstrade strömmarna ha sannolikt varit starka nog att i vidsträckt mått omlagra det av bäckarna i sjön uttransporterade grövsta materialet.

De av THORE FRIES utförda årsvarvsbestämningarna i Arpojaure-sedimenten äro följaktligen ej riktiga. Granskar man vidare det sätt, på vilket han utfört åldersbestämningen av Arpojaureavlagringarna, så skall man finna, att han tagit vissa c:a *cm*-tjocka partier i en profil, där skikten varit c:a *mm*-tjocka, d. v. s. det måste ha varit i en gyttjerand, och i dessa partier har han räknat ut de där befintliga skiktens medelmäktighet och sedan, under förutsättning att skikten varit årsskikt, bestämt det antal år, som åtgått till bildande av en lagerserie av profilens mäktighet. Då i densamma ingå mäktiga gruslager, som kanske bildats under ett enda år eller under en enda storm, är det tydligt, att om också de räknade skikten varit årsvarv, så lämnar dock den därpå grundade kronologien mycket övrigt att önska.

Såväl från tiden för vattenytans stigning som från den sista perioden föreligga mäktiga avlagringar, men då de delvis äro av något olika natur, och då bildningshastigheten även för avlagringar med samma genesis torde växla högst betydligt, har man icke rättighet att av deras relativa mäktighet draga någon som helst slutsats i kronologiskt hänseende. Det enda sediment, vars avsättningshastighet — stort sett — möjligen varit oberoende av variationerna i de avlagrade strömmarnas styrka, är distalsedimentet. Men då skikten även inom detta ligga långsträckt linsformigt, undandraget sig detsamma dock all kronologisk undersökning

Klimatiska förhållanden.

THORE FRIES framhåller, att han icke genom sina undersökningar över torvmossarna i Torne lappmark lyckats att där skilja lager från den subboreala tiden från den atlantiska tiden, utan att han sammanfattat de avlagringar, som han anser bildade under dessa tidsavsnitt, under benämningen lager från skogsperioden.

I förbigående må nämnas, att han betonar, att han i Arpojaures avlagringar ej funnit något, som tyder på variationer i sjöns vattenstånd.

De i Torne lappmark av THORE FRIES undersökta mossarna uppbyggas i sin undre del av lager av limniskt eller telmatiskt ursprung. Dessa lager överlagras av terrestiska, vilka i sin tur åter täckas av telmatiska bildningar. *Pinus* saknas i dessa senare, men förekommer rikligt i de båda förra. De undre limniska och telmatiska bildningarna få icke utan vidare tydas som avsatta under en period med större nederbörd än den, då de överlagrande, terrestiska bildningarna uppkommo. Det är ju tydligt, att i varje vid tiden för inlandsisens försvinnande vattenfylt bäcken, vilket utsattes för en igenväxning, en dylik lagerföljd måste uppkomma.

Undersökningen av Arpojaures sediment bestyrker de resultat, man redan genom studiet av torvmossarna vunnit.

Vid bedömandet av orsakerna till den vattenminskning i sjön, som resulterade i sjöns till synes fullständiga uttorkning, får man naturligtvis ej bortse från den möjlighet till sänkning av vattenståndet, som ligger i utsilning av sjöns vatten genom de dämmande glacifluviala avlagringarna, till dess porerna i dessa tilltäppts. Sjöns uttorkning sammanfaller emellertid till tiden med tallens förekomst kring sjöns stränder och visar sig sålunda stå i samband med de klimatförhållanden, som enligt A. GAVELIN,¹ THORE FRIES och andra i atlantisk-subboreal tid tilläto trädgränsens höga läge. Då därtill stigningen av sjöns vattenstånd till tiden visar sig sammanfalla med det klimatomslag, som tvingade ned barrskogsgränsen till så låg nivå, att de kring sjön växande tallarna utdago, synes man vara berättigad att anse huvudsakligen klimatologiska orsaker hava åstadkommit vattenytans sänkning och där-efter följande stigning. Det torde sålunda vara tydligt, att den subboreala perioden inom Arpojaure kännetecknas av torr-

¹ A. GAVELIN: Om trädgränsernas nedgång i de svenska fjälltrakterna. Skogsvårds-för. Tidskrift. Fackuppsatser 1909.

• Trädgränsförskjutningar inom Kamajokks vattenområde. S. G. U., ser. C, N:o 227.

perioden inom sjön samt den subatlantiska perioden av den därpå följande stigningen av vattenståndet. Därunder utdör den kring sjöns stränder växande *Pinus*. I tidig subatlantisk tid var vattenståndet — som bl. a. den på torv ovan den sista strandlinjen liggande lagunvallen visar — högre än det, som rådde under tiden före katastrofen 1905.

Beträffande tidpunkten för inlandsisens avsmältning från Arpojaure kunna några bestämda slutsatser ej dragas av det föreliggande undersökningsmaterialet. En antydning om, att klimatet redan då var ganska milt, finnes dock.

Skiktbyggnaden hos issjösedimentet, som underlagrar Arpojaure-avlagringarna, visar nämligen, att det avsatts synnerligen hastigt, samt att något större uppehåll i sedimentationen under vintern icke ägt rum. Distalsedimentet består nästan uteslutande av mäkliga varv av mjäla och finsand, där årsvarvsgränserna utgöras av cirka 2 mm tjocka lerränder, som ibland äro ganska svåra att urskilja, och som icke, särskilt nedåt, äro nämnvärt skarpt avgränsade. På grund härav har sannolikt något större uppehåll i sedimentationen ej skett, varför vintrarna böra ha varit relativt blida.

Genom TANNERS¹ m. fl. undersökningar har framgått, att Kolahalvön och Finnmarken vid tiden för den postglaciala landsänkningsen, som enligt dem här nådde sitt maximum under det postglaciala klimatoptimet voro fria från inlandsis. Genom de undersökningar, som hittills utförts över torvmossarna i Torne lappmark, har intet framkommit, som motsäger, att även denna del av Nordskandinavien under denna tid kan ha varit befriad från istäcket. Nedan berörda förhållande inom Arpojaures sjöbottenlager synes mig emellertid tyda på, att de sista inlandsisresternas avsmältning från trakten rent av kan ha försiggått vid denna tid. Resterna av de stranderosionssediment, som avsatts under tiden från vattenytans sjunkande från issjönivån till torrperiodens låga vattenstånd, innehålla i motsats till de senare avlagringarna ytterst sparsamma lämningar av organiskt material. Den sannolikaste orsaken härtill synes mig vara, att vattenytans sänkning försiggått så hastigt, att någon nämnvärd vegetation därunder ej hunnit få fäste kring sjöns stränder. Då emellertid redan i dessa torrperiodens äldsta lager anträffas en värmefordrande flora (med makroskopiska lämningar av *Pinus*), som sålunda bör ha tagit om-

¹ V. TANNER: Studier över kvartärsystemet i Fennoskandias nordliga delar I. Till frågan om Ost-Finmarkens glaciation och nivåförändringar. Bull. Comm. Finlande n:o 16. Helsingfors 1906.

» : Studier över kvartärsystemet i Fennoskandias nordliga delar II. Nya bidrag till frågan om Finmarkens glaciation och nivåförändringar. Bull. Comm. Finlande n:o 20. Helsingfors 1907.

rådet i besittning så gott som omedelbart efter det inlandsisen lämnat detsamma, förefaller det mig sannolikt, att inlandsisens avsmältning kan ha skett ganska sent och möjligen i slutet av atlantisk eller början av subboreal tid.

Summary.

In the year 1905 the inhabitants of the two northernmost Swedish fjeld-cottages Keinovuopio and Kummavuopio cut through the fluvo-glacial gravelbarrier that on the east dammed up the close to the upper limit of the birch region situated lake Arpojaure (top. map fig. 1, pl. 70) from the neighbouring low bog Arpuvuoma. When the canal by the cutting reached the surface of the lake a catastrophe occurred, the outstreaming lakewater eroding very rapidly the slopes of the canal and piercing down into the bottom of the canal so hastily that the lakesurface during one night was brought down 15 *m* (figs. 2—3) on which level under the former lakesurface the present restlake is. Through the lakecatastrophe the lakedeposits were exposed and cut through (fig. 2). Earlier the deposits of Arpojaure have been investigated by A. HEINTZE and THORE FRIES (see the footnote side 683). Together with me H. W:SON AHLMANN was at the lake making morphological investigations (see the footnote side 684). My investigations have referred to make clear the stratigraphy and geochronology of the lakebottom. In all 60 sections have been surveyed by me (pl. 70).

At the melting of the inland-ice the Kögämä-valley was occupied by a system of icedammed lakes from which Arpojaure was separated, when the outlet of these lakes, from having been situated on the west to the North sea in the beginning, was placed on the east to the Gulf of Bothnia. The depression of Arpojaure is an ose-pit bounded on the north, east and south by a rather coarse on the west by fine fluvoglacial material. On account of this the shoreterraces are best developed on the west.

Within the lake-deposits one can distinguish proximal brook-deltasediments, proximal shoreerosionsediments, distal lakebottomsediments and biogene terrigen-sediments (pl. 70). The rather schematic section (fig. 5) through the west shoreterrace shows following sequence of strata. Divided from the icedammed-lakesediment or from the moraine by a zone of gravel the lower proximal brookdeltasediment and the lower proximal shoreerosion-sediment lie. These sediments extend outside the foot of the ter-

race and can be followed to the restlake under the watersurface of which they disappear. They are superposed by the lower distal lakebottomsediment that towards the shore decreases and towards the lake increases in thickness. This sediment in its turn is overlaid, within the terrace by the upper proximal brookdeltasediment and the upper proximal shoreerosionsediment (fig. 6) and outside the terrace by the upper distal lakebottomsediment, that reaches up on the terracesloop and up on a bit of the terracesurface. The proximal sediments consist of lenticular layers of gravel and muck (fig. 7) except lowest where the mucklayers are lacking. The distal lakebottomsediment is composed of mucky silt and muck laying in thin lengthenedly lenticular layers in which grains of sand occur. Within the proximal shoreerosionsediment bars have been distinguished.

The north and south shoreterraces consist exclusively of proximal shoreerosionsediment outwards passing into distal lakebottomsediment (figs 9 a and b). Outside the east shoreterrace the shore-currents have impeded any accumulationterrace to arise. Shore-lines are here found on the slope of the terrace down to the watersurface of the restlake.

The plate 71 shows three minutely examined sections through the lake-deposits.

Within the west shoreterrace 1,75 m under the lakebottom a peatbog consisting of an about 4 dm thick *caricetum amblystegiosum* is found the layers of which towards the lake are abruptly cut off and teared up but towards the shore gradually decrease in thickness (fig. 10).

Within the Arpojaure-deposits an older zone with *Pinus* and a younger zone with *Betula* (where *Pinus* is wanting) can be distinguished. The *Pinus* zone includes within the west shoreterrace the lower proximal sediments and the lowest part of the lower distallakebottomsediment and the *Betula* zone the upper part of the lower distallakebottomsediment and the upper proximal and distal sediments.

The peatbog lies in the *Pinus* zone. In the remaining shore-accumulationterraces the remnants of *Pinus* reach to about 1,5 m under the surface of the terraces.

Above the shoreline of the lake before the draining-catastroph 1905 a shorecliff covered with vegetation is found at + 0,8 m (the shoreline of 1905 = ± 0 m) and a bar (crest at + 1,3 m) overlying peat containing sperms of *Pinus* and *Picea*. The investigation shows that the watersurface of the lake since the lake had been separated from the icedammed lakesystem sunk to a very low level

(possibly lower than the watersurface of the restlake) probably hastily and that the watersurface afterwards arose to the $+ 0,8\ m$ shoreline and then sunk to the shoreline $\pm 0\ m$ (fig. 13). Through the drainingcatastroph of the year 1905 the watersurface at one time sunk to the level of the restlake.

Any exact geochronology can not be carried out in the Arpojaure-deposits. The determination of annual layers made by THORE FRIES is erroneous. The layers counted by him lie lenticularly and are partly galelayers (fig. 14 and 15). The tributaries of Arpojaure have been unable to develop annual layers of the existing material. The lakedeposits consist moreover for the most part of shoreerosionsediment.

The fluctuations of the height of the watersurface in Arpojaure are to ascribe to climatological causes. The drying up of the lake however can partly depend on oozing out through the damming icelakesediments before their pores had been made tight. The dry-period in the lake coincides with the BLYTT-SERNANDER subboreal period and the high height of the watersurface afterwards with the first part of the subatlantic period.

The melting of the inlandice has probably taken place in late atlantic or early subboreal time.

Bidrag til fjeldkjedens stratigrafi og tektonik.

Av

THOROLF VOGT.

I denne korte oversikt¹ skal jeg omtale nogen resultater fra mine senere undersøkelser i Nordland og Troms fylker i Norge. Dette omraade danner regionalt set en meget stor del av den skandinaviske fjeldkjede, som frembyr et saa overordentlig rigt varierende og vekslende billede fra Stavanger, hvor den kommer iland og til Nordkap, hvor den forlater os. Denne norske del av den nordlige fjeldkjede har været formaalet for geologiske undersøkelser i en lang aarrække; fra 1860—80 aarene har man de ældre undersøkelser av KARL PETTERSEN, denne utholdende og flittige pioner i Nord-Norges geologiske utforskning; senere foretok J. H. L. VOGT utstrakte reiser heroppe, og fra den senere tid har vi de omfattende kartlægningsarbeider av J. REKSTAD, G. HOLMSEN, S. FOSLIE, J. OXAAL og andre. Ogsaa fra svensk side foreligger der vigtige undersøkelser, saaledes fra Sulitelmaomraadet av Hj. SJÖGREN, P. J. HOLMQUIST og O. NORDENSKJÖLD.

Imidlertid lar det sig ikke nekte, at der tiltrods for disse temmelig omfattende undersøkelser har manglet en viss oversikt over flere fundamentale træk. Dette gjælder for det første lagrækken. Vistnok kjender man, tildels endog ganske vel, en del av lagrækken inden mindre omraader, men man har faktisk ikke hat nogen tilfredsstillende, paa detaljundersøkelser baseret oversikt over hele lagrækken fra grundfjeldet og op til de øverste skifre i vest. Allerede for længe siden stod det klart for mig at KARL PETTERSENS gamle inndeling var ufuldkommen, idet den for en væsentlig del bygger paa petrografiske likheter, som varierer efter metamorfosens grad. Idethele er det jo i vore dage en selvfølgelig ting at man

¹ Denne avhandling gjengir, med en del senere tillæg, et foredrag i Geologiska Föreningen i Stockholm den 1ste december 1921.

maa være overordentlig forsigtig med at konnekttere petrografisk ensartede lagserier, som har faat sin dragt ved metamorfosen. Ved undersøkelserne i marken har det derfor været et ledende princip, at man fastholdt og forfulgte visse karakteristiske og vidt udbredte ledenivaaer, særlig kalkstene, men ogsaa kvartsiter, konglomerater osv. Dette medførte ganske store krav til feltarbeidet, men lettedes meget ved de fortrinlige topografiske karter.

Hvad endvidere alderen av denne lagrække angaar, har man maattet holde sig til ganske svævende uttryk da bestembare fosiler har manglet. Og hvad tektoniken angaar, saa har der manglet meget paa klarhet i de store træk.

Jeg tror imidlertid at tiden nu kan være inde til et forsök paa en mere generel oversigt. Her støtter jeg mig væsentlig paa egne undersøkelser i to store profilomraader. Det ene er Ofotenprofilen, hvor jeg har opnaadd en fast tilknytning til det bekjendte omraade ved Tornetræsk, som er saa udmærket undersøkt av P. J. HOLMQUIST. Det andet er Sulitelmaprofilen, hvor jeg har fortsat og udvidet de tidligere undersøkelser. Hertil kommer saa forskjellige studier imellem Leka i syd og Hammerfest i nord. Ofotenprofilen er et kartprofil, som er detaljkartlagt i maalestok 1:50 000 i en bredde av 40 km og derover og en længde av 80 km. Regner man hertil fortsættelsen i øst paa svensk side, blir Ofoten—Tornetræskprofilen henimot 130 km langt. Sulitelmaprofilen er kartlagt i forskjellig maalestok i omkring 30 km:s bredde og 50 km:s længde.

Ofoten—Tornetræsk-profilen.

Basis for fjeldkjedesedimenterne i Ofotprofilen dannes av grundfjeldet i det opbulede grundfjeldsvindu ved Rombaksbotn—Vassijaure, et omraade som er blottet paa begge sider av riksgrensen. Bergartene i grundfjeldet bestaar hovedsagelig av forskjellige granit- og syenit-typer, men der findes ogsaa gabbrobergarter og sedimentære glimmerskifer. Sammen med sedimenterne optræder der mere undtagelsesvis basiske effusivbergarter. Strøket i dette bergartskompleks gaar omtrent i nord-sydlig retning ganske som paa svensk side av grensen.

De undre avdelinger av lagrækken kan studeres omkring dette store grundfjeldsvindu. Direkte over grundfjeldet hviler et basalkonglomerat, der som oftest er utviklet med temmelig store konglomeratboller, men som paa sine steder kan være erstattet med grovklastiske feldspatførende sandstene; ofte findes ogsaa blaa-kvarts. Disse basalannelser er som regel meget godt opbevaret i

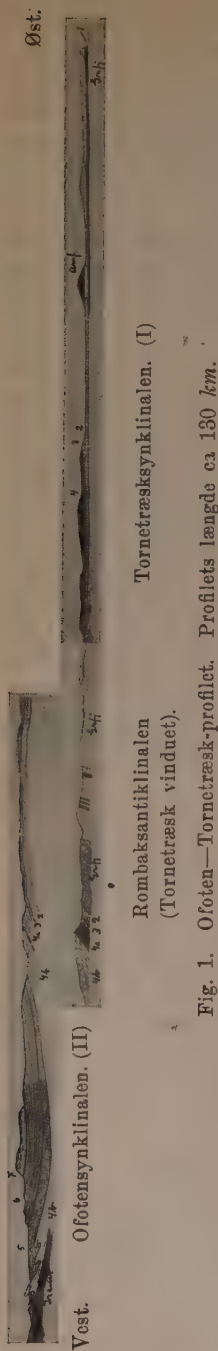


Fig. 1. Ofoten—Tornetræsk-profil. Proflets længde ca 180 km.

de østlige trakter omkring riksgrænsen, hvor ogsaa tydelige forvittringsfænomener kan erkjendes i grundfjeldet umiddelbart under basis, mens konglomeratet blir mere presset naar man kommer vestover til den store fleksur, som bringer grundfjeldet ned under havets nivaa.

Over disse basaldannelser følger en temmelig ensformig skiferserie, som sandsynligvis er adskilt fra basaldannelserne ved et tektonisk brudd, et skyveplan. Denne skiferserie (Rombaksskiferen) er utviklet som en finskjælet biotitskifer i den underste del, men gaar opad over i mere grovkrystallinske granatførende glimmerskifre. Videre op i lagserien møter man de første kalkstene, som underst fører dolomitdrag i de nordlige og østlige omraader, mens denne bergart synes at mangle ellers. Mægtigheten av kalkstenene tiltar betydelig fra syd mot nord, og det ser ut til at dette beror paa primære faciesforandringer under sedimentationen. Denne undre kalkstensavdeling (Rombakskalkstenen) overleires av granatglimmerskifre, som opad blir grebet av en sterkere metamorfose, indtil man tilslut faar rene injektionsgneiser. Her kommer man op i de høieste fjeldtopper i nærheten av Rombaksvinduet, og for den videre fortsættelse av profilet maa man søke vestover til Ofotenfjorden. Metamorfosen avtar igjen noget, og over denne mellemste skiferserie (Narvikskifrene) følger fjeldkjedesedimenternes mægtigste kalkstensavdeling (Evenæskalkstenen). Her optræder flere nærliggende kalkstensnivaaer tildels med hvite sukkerkornige dolomiter samt smale lag av den eiendommelige røde Leifsetmarmor, som synes at være karakteristisk for dette nivaa. Kalkstenene avtar her i mægtighet fra vest mot øst. Umiddelbart over kalkstenene findes lokalt udviklet et mægtigt konglomerat med store, sterkt uttrukne kvartsrullestener (Even-skjærkonglomeratet). Herover følger en mægtig serie bestaaende av granatglimmerskifer med

talrige, mere eller mindre mægtige indleiringer av kalkstene, som paa en mængde steder fører sedimentære jernmalmforekomster av Dunderland—Bogen-typen. Vistnok findes enkelte spredte og smaa forekomster av den samme jernmalmtypen nede i Narvikskiferen, men det er først fra det hængende av Evenæskalken at de gjør sig gældende i nogen sterkere grad. Over denne skifer med de jernmalmførende kalkstene følger fjeldkjedeseriens øverste afdeling, glimmerskifer med injektionsgneis men uten kalkstene (Niingensskifer). Hvad der har ligget over de høieste fjeldtopper med injektionsgneis tilhørende Niingensskiferen er borteroderet og saaledes ukjendt.

Man kan altsaa stille op følgende hovedavdelinger for fjeldkjedesedimenterne i Ofotenprofilen:

Nivaa.	Lokalnavn.
7. Övre skifre med injektionsgneis . .	Niingen skiter.
6. Skifer med jernmalmførende kalkstene	Bogenserien.
5 a. Lokalt utviklet kvartskonglomerat .	Evenskjærkonglomeratet.
5. Midlere mægtige kalkstene	Evenæskalken.
4. Midlere skifer med injektionsgneis .	Narvikskifer.
3. Undre kalkstene	Rombakskalken.
2. Undre skiferserie	Rombaksskifer.

Tektonisk diskordans

1. Baselkonglomerat med sandstene.

Grundfjeld.

Inden hver enkelt av disse avdelinger kan man gjennomføre en detaljeret inndeling, som dog ikke er anvendelig over større omraader. I Narvikskiferen findes der saaledes flere smale kalkstenshorisonter, som forsvinder nordover; de mange kalklag i Bogenserien kan følges op til flere mil, men kan kile ut og erstattes av andre kalkstene i nærliggende nivaaer, osv. Den opstillede lagserie kan imidlertid anvendes over ret store omraader, i hvertfald fra Skjomen i syd og til Salangen—Sørreisen i nord, d. v. s. over et omkring 90 km langt omraade, og sandsynligvis vil den kunne gjælde for en væsentlig del av Troms fylke. Som jeg skal vise senere, kan man parallelisere ihvertfald de övre ledd med avdelinger inden Nordlandsskifrene i Saltenomraadet og andre steder.

Sammenligner man nu denne lagserie med KARL PETTERSENS sidste inndeling:

Tromsö glimmerskifergruppe,
Balsfjordgruppen,
Dividalsgruppen,
Grundfjeldet,

saa maa basalkonglomeratet svare til basis for hans Dividalsgruppe eller Hyolithussonen, men for de øvrige gruppers vedkommende er saken ikke saa enkel. Idet nemlig KARL PETTERSEN foretok sine konnektioner væsentlig paa petrografisk grundlag, har han aabenbart henført de mest metamorfe skifre og injektionsgneiser til Tromsö glimmerskifergruppe, hvor han fandt dem, mens de mildere skifre er regnet til Balsfjordgruppen. Herved er saa vel Balsfjordgruppen som Tromsögruppen anvendt som betegnelser to gange inden den samme lagserie, saaledes som man vil se av den følgende sammenstilling, hvor tallene henviser til min inddeling:

Tromsögruppen	Rest av 6 og hele 7.
Balsfjordgruppen	» » 4, hele 5 og del av 6.
Tromsögruppen	» » 3 og del av 4.
Balsfjordgruppen	hele 2 og del av 3.
Dividalsgruppen	1.

Idet vi gaar over til forbindelsen mot øst til det av HOLMQUIST undersøkte omraade ved Torneträsk, kan den undre kalksten eller Rombakskalken i Norge, fungere som det forbindende ledd i lagserien. Avstanden mellem det utgaaende av denne kalksten i Ofotbanens profil fra Strömsnæs til Vassijaure er vistnok ganske stor takket være erosionen over det nu blotlagte grundfjeldsvindu, men denne kalksten er ogsaa fulgt, om end ikke helt i sammenheng, langs glinten paa nordsiden av vinduet. Her ligger kalkstenen i skiferserien frem til Polnoviken i omtrent samme høide over grundfjeldet som paa sydsiden av vinduet, og det kan ikke betviles at det er densamme kalksten man har at gjøre med paa begge steder, idet avstanden over det borteroderte parti ved vestenden av Torneträsk ikke naar op til mere end vel en mil. Haardskiferne ved Vassijaure ligner ogsaa helt den underste del av min Rombaksskifer, og i det hele svarer de stratigrafisk helt til denne serie, som dog optil synes at være noget mere grovkrystallinsk utviklet mot vest. Den skiferserie som ligger over kalkstenen syd for Torneträsk svarer videre til den undre del av Narvikskiferen, og naar metamorfosen tiltar opad her, er det netop det samme som man finder paa norsk side av grænsen i den samme serie, t. eks. i Rivtind. Man har saaledes ved hjælp av Rombakskalken faat en fast forbindelse mellem fjeldkjedeformationerne paa begge sider av riksgrænsen, og naar man, som nu, kan overse den hele sammenheng, kan det efter min mening ikke være nogen tvil om, at alle disse sedimenter hører sammen m. h. t. alder. Naar haardskiferen

ikke destomindre har været henregnet til grundfjeldet og sammenført med de vertikaltstaaende grundfjeldsskifre i vinduet selv, saa hænger dette i alle fald delvis sammen med de komplicerte bygningsforhold i det kritiske omraade (under Vassitjåkko). Her staar nemlig haardskifrene med steile lagstillinger paa en høifjeldsslette som ellers er bygget av grundfjeld; det kan heller ikke være nogen tvil om at der er en fortløpende sammenhæng mellem de vertikaltstaaende skifre paa sletten og de horizontalt liggende oppe i fjeldet, hvor de med sikkerhet danner den undre del av fjeldkjedeserien. Nu har det imidlertid vist sig, at de vertikaltstaaende skifre ikke tilhører grundfjeldet, men at de danner en skarp og dyp nedfoldning av fjeldkjedeformationerne i grundfjeldet. Basaldannelserne finder man straks øst for Vassijaure station. Som om naturen rigtig har villet skape vanskeligheder paa dette kritiske sted, findes der ogsaa virkelige grundfjeldsskifre, rigelig gjennemaaret med grundfjeldsgranit, av omtrent samme utseende straks vest for stationen.

Saadanne indfoldninger av fjeldkjedeformationerne ned i grundfjeldet er ikke bare almindelige, men synes likefrem at være typiske inden grundfjeldsvinduets omraade. Paa norsk side findes disse indfoldninger overordentlig vakkert blottet og med tydelige snit, som viser hvorledes de overalt er adskilt fra grundfjeldet ved basaldannelser. Paa vestsiden av Bjørnfjellet viser det sig at indfoldningen strækker sig idetmindste flere hundrede meter ned under den normale grundfjeldsoverflate. Eiendommelig nok er indfoldningerne inverteret »den gale vei», d. v. s. mot vest og ikke mot øst, hvad man skulde ha ventet som følge av fjeldseriens oppresning i østlig retning.

Naar man betrakter et profil over fjeldkjeden fra den østlige glint ved Tornetræsk og til de store eruptivmasser i vest, vil man se to store geosynklinaler, nemlig den forholdsvis grunde Tornetræksynklinal i øst og den meget dypere Ofotensynklinal i vest. Mellem dem ligger den store antiklinal der dannes av grundfjeldsvinduet ved Rombaksbotn—Vassijaure (Tornetræskantiklinalen), hvor erosionen har förmaadd at fjærne sedimentdækket og trænge ned i underlaget.

Ofotensynklinalen hviler i vest paa den røde granit av Lödingentypen, og grænsen er overalt en injektionsgrænse. Der kan muligvis optræde partier av grundfjeldsgranit inde i det store massiv, men ihvertfald er den røde Lödingengranit kaledonisk. Kontakten ligger her i vest like under Evenæskalkens basis, men hvor dette kalkstensnivaa dukker op igjen i øst (ved Herjangseidet), findes

ingen store granitomraader, men derimot injektionsgneiser med lagerganger av Trondhjemit. Siden altsaa injektionsgneisen ligger i Lödingengranitens injektionsnivaa, ligger det overordentlig nær at trække den slutning, at gneisdannelsen staar i forbindelse med dette forhold. Den store røde Lödingengranit maa antas at kile ut et eller andet sted under Ofotensynklinalen, men den sender granitmateriale videre mot øst, som gir foranledning til den sterkere metamorfose. De granitganger man finder i øst bestaar imidlertid ikke av rød mikroklinførende granit, men av hvite plagioklasrike graniter (Trondhjemiter), og det ser derfor ogsaa ut til, at der har fundet en tilsvarende magmatisk differentiation sted av disse sidste utløpere. Et lignende forhold kan paavises ved Sulitelma, hvor de ytterste utløpere av forholdsvis kalirike graniter er Trondhjemiter. Dette parti av injektionsgneis, som danner den midterste del av Narvikskiferen, kommer op av geosynklinalens dyp og fortsætter videre østover i den horizontale lagpakke, som dækker Rombaksantiklinalen i nord. Denne lagpakke frembyr derfor den eiendommelighet, at man dypest nede ved grundfjeldet finder den laveste metamorfose, med biotitskifre, mens metamorfosen tiltar opover, saa man først faar granatglimmerskifre og senere feldspatførende gneiser. De GRUBENMANN-BECKESKE dybdetrin optræder saaledes her i den omvendte orden; man kan derfor tale om inverse dybdetrin. Der er inden den metamorfe lagrække ikke fundet noget som tyder paa overskyvninger av den sterkere metamorfe lagrække over den svakere metamorfe.

Et lignende fænomen finder man ogsaa høit oppe i Ofotensynklinalen, hvor man oppe i fjeldtopperne finder injektionsgneis med lagergange av Trondhjemit, mens man har de mindre metamorfe granatglimmerskifre i lavere nivaaer. Her findes ikke nu mere noget stort granitomraade, hvormed gneisdannelsen kan ha staat i forbindelse, men der er ting som taler for, at der har ligget et saadant i vest, men at dette nu er borteroderet.

Disse begrænsede horisonter med injektionsgneis i en mindre metamorf lagrække er vistnok meget almindelige inden fjeldkjeden, og det er meget som taler for at de generelt staar i forbindelse med eruptivernes, særlig graniternes injektionsnivaaer.

Foruten injektionsbergarter av granitisk materiale spiller som bekjendt ogsaa gabbroide bergarter en stor rolle; i vort profil findes de særlig i øst, hvor den imponerende amfibolittrække strækker sig fra Abiskoalperne og nordover til Altevandstrakterne (Rokomborre og Kistefjeld). Kontakten mot skiferen under disse amfibolitmassiver er svævende til henimot horizontal, og det ser ut til

at der ihvertfald i visse tilfælde (Rokomborre) har fundet sted horizontalforskyvninger efter bergarternes krystallisation. Saadanne synes dog i det hele og store ikke at ha spillet nogen meget vigtig rolle. Men hvorfra er de basiske magmaer kommet, der har placeret sig som amfiboliter langs en saa paafaldende regelmæssig linje?

I Ofoten—Tornetræsk-profilet ligger amfiboliterne paa østsiden av Tornetræksynklinalen, og det vilde ubetinget være en enkel og tiltalende forklaring at tænke sig deres arnested i Tornetræksynklinalens bund. Dette synes imidlertid ikke at være tilfældet. For det første er lagbygningen over synklinalens bund i det store og hele saa horizontal og regelmæssig, at den ikke synes at tillate noget brudd, hvorigjennem magmaerne kunde ha trængt op. Det parti av synklinalens bund som er dækket av Tornetræks vandflate er heller ikke mere end 16 km bredt. Men desuten har jeg nu længer mot vest fundet amfibolitinjektioner, der kan opfattes som amfibolitmassivernes tilførselskanaler. I den horizontale lagpakke som hviler paa grundfjeldet nord for Rombaksbotn finder man en række 20—50—100 m mægtige amfibolitinjektioner i nivaer like over Rombakskalken eller i omtrent i det samme niva som det hvori amfibolitrækken ved Abiskoalperne er injeceret. De er vistnok ikke fulgt i sammenhæng med amfibolitmassiverne selv, og det er vel tvilsomt om dette idethele lar sig gjøre, men deres beliggenhet i lagserien er altfor eiendommelig til at være nogen tilfældighet; de er heller ikke bare injeceret i et enkelt fjeld men over et større omraade, og deres mægtighet tiltar mot øst. At disse lagerformige injektioner maa være kommet fra vest, synes at være ganske klart, saaledes som de ligger i det ubrudte sedimentdække. Hvor dette niva dukker ned i Ofotensynklinalen i vest, finder man imidlertid bare spor av amfiboliter, idet tilførselskanalen synes at være omtrent helt klappet igjen.

Den gabbroide magma som tilslut samlet sig til de mægtige amfibolitmasser i øst, synes saaledes at ha vandret en ganske lang vei langsmed de sedimentære skikt; ihvertfald synes magmaen at ha sin oprindelse fra Ofotensynklinalen, og det er vel heller ikke helt udelukket at den kan være kommet fra endnu fjærnere utspring i vest.

Naar vi nu sammenfatter Ofotenprofilets tektonik, saa maa vi anta som det sandsynlige at hele den mægtige sedimentpakke er presset østover, mot og utover den faste østlige grundfjeldsplate. De virkende kræfter kan dels ha været de optrængende magmaer, dels ogsaa en nedfoldning av grundfjeldet til de store geosynklinalgrøfter, hvorved sedimenternes underlag forkortes. De frem-

trængende magmaer kan ha virket dels ved »friktionen» under sin østlige bevægelse langs skiktflaterne, dels ogsaa ved økningen av det samlede volum inden de store geosynklinaler. Under denne flytning av sedimentpakken, som ikke egentlig behøver at ha været saa overordentlig stor, viser det sig eiendommelig nok at de enkelte skaalformige mulder har hat en viss grad av selvstændig bevægelse. Hvor nemlig mulderne har form' som en flat theskaal, ser det ut til at disse partier hver for sig kan forholde sig som relativt resistente, faste plater. En sammentrykning fra siderne fremkalder her inversioner, som gaar utad faa muldens centrum til alle kanter, omtrent som naar man skyver duken sammen om en bok paa et bord. Saaledes kan man f. eks. faa inversioner endog mot vest i Ofotensynklinalen. Lignende forhold igenfindes ogsaa ved Baldoaivesynklinalen i Sulitelmafeltet.

Denne pakke av fjeldkjedesedimenter finder man aldrig autochtont hvilende paa underlaget, hvor dette er blottet. I grundfjeldsvinduet ved Rombaksbotn—Tornetræsk hviler autochtont paa grundfjeldet en ganske tynd plate med basaldannelser, aabenbart svarende til basalkonglomeratet for Hyolithusformationen længer mot øst, men istedet for den petrografisk saa vel karakteriserte lagrække med avvekslende lerskifre og sandstene i Hyolithusserien, finder man væsentlig en ensformig biotitskifer. Her synes saaledes det skjövne, metamorfe dække at ha skrappt helt ned paa konglomeratet, hvorved de nærmest overliggende avdelinger blev fjærnet, hvis da ikke skyveplanet helt fra begyndelsen av blev anlagt i et saa lavt nivaå. Konglomeratet selv har derimot i almindelighet sittet vel fastklæbet til sit underlag.

Længer mot øst, i glintranden, ligger derimot som bekjendt skyveplanet forholdsvis høit over grundfjeldsoverflaten, over den under- og delvis mellemkambriske serie i Hyolithuszonen. De mylonitiserte masser over skyveplanet synes at være skjælførmig sammenskjøvet efter en type som er almindelig i fjeldkjeders randgebeter (*écaillé des charriage*). Dette dække over skyveplanet er overordentlig heterogent sammensat. En væsentlig del bestaar vel av skifre og andre sedimenter som kan sammenføres med Rombakskiferen i vest i stratigrafisk henseende; i disse bergarter findes utpressede og isolerte linser av en dolomit, temmelig sikkert svarende til den aller underste del av Rombakskalken, der er utviklet som sammenhengende drag av finkorning, næsten tæt dolomit i trakterne omkring den øvre del av Salangsdalen osv. Endvidere findes lag av blaakvarts, som i detaljer under mikroskopet og for øiet er overordentlig lik hyolithusseriens sandstenslag, samt des-

uten alunskifre som ligner denne series øverste kjendte avdeling. Det mest sandsynlige er, at disse sidste bergarter tilhører dele av hyolithusserien, som er avskrapet eller medført fra vestligere omraader og sammenhopet i de østlige randgebeter. Desuten findes sterkt mylonitiserte eruptivbergarter, blandt hvilke der vel muligvis kan befinde sig grundfjeldsbergarter som kan være avskrapet eller medrevet fra vestligere omraader. I nærheten av Abisko har man saaledes et flak av en mylonitiseret granit i haardskiferen, som minder paafaldende om Vassijauregraniten. Efter min mening er det dog sandsynlig, at disse eruptivmyloniter for en væsentlig del er av kaledonisk alder, idet man ikke noget sted finder nogen rötter ned til grundfjeldet gjennem hyolithussonen. I den østlige fleksur (öst for Abisko) er konglomeratet og hyolithussonen urørt og ubrødt, likesom overalt hvor jeg har undersøkt forholdene længer mot nord, og en optrængning av grundfjeld synes derfor at være overordentlig litet rimelig i denne zone. I vinduet av grundfjeldsbergarter længer mot vest (Rombaksbotn-Vassijaure) er grundfjeldsoverflaten vistnok adskillig foldet og tektonisk paavirket, men allikevel synes netop her grundfjeldsgraniten at mangle i haardskifrene, hvor man fremforalt skulde ha ventet dem.

Denne overveiende kambrosiluriske alder av schollens lag har jo ogsaa tidligere været hævdet baade fra svensk og norsk hold; for at nævne de senere, saa fremholdt jeg denne opfatning i et foredrag i begyndelsen av 1916 paa grundlag av studier i Tromsø fylkes grænsetrakter, mens HOLTEDAHL kom til samme resultat et aar senere for Finmarkens vedkommende.

Hvad nu denne store horisontalforskyvning av den sedimentære lagpakke angaar, bör endnu et viktig træk omtales noget nærmere, nemlig de indfoldede striper av fjeldkjedeskifer i grundfjeldsvinduet. Disse indfoldninger var jo som nævnt inverteret mot vest istedet for mot øst, hvad man kunde ha ventet p. g. a. forskyvningen mot øst. Jeg mener imidlertid at det er saa mange generelle grunder som taler for en saaden almindelig forskyvning mot øst, at man vanskelig kan komme bort fra at der ligger en realitet i denne opfatning.

De iagttagelser hvorpaa vi maa bygge vore slutninger er følgende: Over basalkonglomeratet i de nedfoldede fliker hviler ikke bergarter som kan identificeres med hyolithussonen, men en temmelig ensformig metamorf biotitskiferserie. Samtidig finder man ogsaa ofte kvartsbreccier umiddelbart over basaldannelserne, og efter al rimelighet maa det underste skyveplan ha gaat her. Da er altsaa ogsaa skyveplanet selv foldet ind, og denne indfoldning

maa da nødvendigvis ha foregaat *efter* horizontalforskyvningen. Eller iallefald efter den første horizontalforskyvning mot öst. Man kan altsaa derved adskille to trin i fjeldkjededannelsen. Det ligger videre nær at sette nedfoldningen av sedimentstriperne i forbindelse med opbulningen av det store grundfjeldsvindu.

En saadan opfatning medfører forsaavidt ogsaa en viss lettelse for tanken, som man undgaar at maatte forestille sig at den store lagpakke først skulde ha bevæget sig op paa toppen av den omkring 2 000 m høie grundfjeldsantiklinal for saa at dumpe ned til 2—300 m o. h. paa den anden side igjen.

Naar man betrakter den subkambriske grundfjeldsoverflates forhold til fjeldkjedebevægelserne, kan man idethele adskille to forskellige typer av deformation. Længst i öst finder man det svagt heldende, men forövrig fuldkommen udeformerte og upaavirkede peneplan. Her er peneplanet kun böiet ned mot vest i en svak fleksur under fjeldkjedeformationerne, men grundfjeldet som helhet har forholdt sig som en absolut rigid plate, som i sin masse har holdt stand mot trykket. I grundfjeldsantiklinalen har derimot grundfjeldet til en viss grad maattet gi efter, dets trykfasthet er saa at si overskredet, og det gamle peneplan kan være skarp foldet. Her deltar grundfjeldet i fjeldkjedebevægelserne, og indgaar derfor som et ledd i fjeldkjeden selv.

Det forekommer mig ogsaa at Tornetræskvinduet deformations-tektonik kaster lys over andre grundfjeldspartier, der kan opfattes som antiklinaler i fjeldkjeden. Jeg skal her bare minde om Nordvest-tavlens og Bergensbuernes eiendommelige tektonik, der i mangt og meget minder om vort antiklinalomraade.

Sulitelmaprofilet.

Efter denne foreløbige oversigt over enkelte træk av Ofoten-Tornetræskprofilet skal jeg gaa over til en kort omtale av Sulitelmaprofilet. Dette er forsaavidt av vigtighet paa grund av de bestemte fossiler som det har lyktes at finde der. Der var som bekjendt for længe siden, i 1898, fundet enkrinitstilker i Sulitelmaomraadet av von SCHMALENSEE, men disse fossiler var ubestemte og gav ingen anden oplysning om lagernes alder end at de maatte være yngre end kambrium. Etpar spredte fund av enkrinitstilker i svensk lapmarken har heller ikke kunnet gi yderligere oplysninger. Alle som har beskæftiget sig noget nærmere med disse övre fjeldkjedesedimenters alder har imidlertid generelt gaat

ut fra at man har at gjøre med kambrosiluriske lagrækker, mens den undre del (sevegruppen) som bekjendt har været regnet til prekambrium.

Da jeg tok fat paa revisionen av Sulitelmafeltet for etpar aar siden, var noget av det som tiltrak mig mest muligheten av at finde bestembare fossiler i von SCHMALENSEES gamle omraade. Hermed vilde naturligvis meget være vundet, da man jo idethele ikke kjender saadanne i metamorfe lagrækker nord for Trondhjemsfeltet. Jeg tilbragte tilsammen omkring 10 dage derinde paa fossiljagt, og det lykkedes da ogsaa at finde hvad jeg søkte. Trakten derinde er ogsaa ellers meget interessant, idet det fossillførende belte stækker sig like under de store Sulitelmajökler, høit til fjelds og langt fra folk.

Fossilerne er opbevaret i et forholdvis litet omraade med bemærkelsværdig svak metamorfose; længst i vest har man en metamorf zone med oligoklasgneiser, saa kommer mot øst granatglimmerskifer, saa biotitglimmerskifer og klorit-muskovitskifer. I den sidste zone er der et omraade med ganske finskjællet klorit-muskovitskifer, hvor fossilerne findes. Med et metamorfosekart i haanden vilde man utvilsomt straks ha søkt hen til det rette omraade, og ved en systematisk søkning efter fossiler i fjeldkjeden vilde et saadant kart idethele kunne bli til stor hjælp. Enkrinitstilker optræder i mængde paa en 10—15 forskellige steder, og endvidere blev der fundet cystoideer og endel kolonier av en bryozo. De sidste blev fundet sammen med de bedste enkrinitstilker og cystoideerne paa norsk side av grænsen, i fortsættelsen av von SCHMALENSEES omraade. Fossilerne blev sendt til nogen fremragende specialister, nemlig til dr. BASSLER i Washington og dr. BATHER ved British Museum. Enkriniterne og cystoideerne kunde ikke bestemmes, i hvertfald har vi faat en foreløbig meddelelse i den retning, mens derimot bryozooerne, som jeg ogsaa hadde sat størst haab til, var bestembare. Det viste sig efter BASSLERS bestemmelse — og han uttrykker sig med stor sikkerhet — at være *Dianulites petropolitana*, DYBOWSKI, som hører hjemme i den øvre del av underordovicium og i mellemordovicium, men derimot ikke i overordovicium. Det bør lægges til, at *Dianulites petropolitana*, PANDER er et sækkenavn, hvori der efter de nyere undersøkelser av BASSLER indgaar en hel del forskjellige arter, hvoriblandt ogsaa DYBOWSKIS art av samme navn. Nogen mere nøiagtig placering av fossilnivaaet kan man ikke foreta paa grundlag av fossilerne, men av generelle grunder skulde jeg være tilbøielig til at anta, at man har med et nivaa i mellemordovicium at gjøre, muligens et i den øvre del.

Vi gaar saa over til at se paa Sulitelmafeltets lagrekke og fos-

silnivaæts plads inden denne. Det underste ledd som jeg har undersøkt her er den mægtige kalksten ved Fauske (Fauskekalken), som av HOLMQUIST er paralleliseret med kalkstenen ved Pieskijaure paa svensk side av grænsen (Pieskikalken). Denne parallelisering er blit fuldt ut bekræftet ved de senere norske kartlægningsarbejder av REKSTAD, som har fulgt Fauskekalken op. Saltdalen og Junkerdalen til Graddis fjeldstue ved Riksgrænsen, mens HOLMQUIST tidligere hadde fulgt Pieskikalken til riksgrænsen ved Graddis.

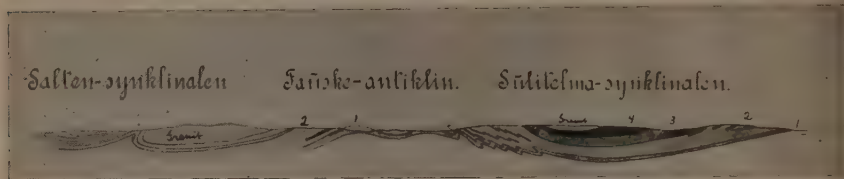


Fig. 2. Sulitelmaprofilen. Profilens længde er 90 km.

I Sulitelmasynklinalen overleires denne kalksten av en sediment serie, hvis øvre dele — inden det engere Sulitelmaomraade — er undersøkt meget omhyggelig av HJ. SJÖGREN, P. J. HOLMQUIST og O. NORDENSKJÖLD. I det utvidede Sulitelmaomraade kan man hen sigtsmæssig dele denne Sulitelmaserie i tre hovedavdelninger:

4. Baldoaiveskifrene, øverst	} Sulitelmaskifrene
3. Furulundskifrene	
2. Skjönstaagneis i vest	»Kloritgranulit» i øst
1 b. Öinæskonglomeratet	
1 a. Fauskekalk i vest	Pieskikalk i øst

Under Fauske-Pieskikalkstenen kommer en skiferserie, som imidlertid er meget litet blottet paa norsk side, mens den indtar store arealer paa svensk side av riksgrænsen. Fauskekalkens mægtighet avtar overordentlig sterk mot øst, idet den kanske kan sættes til omkring 600 m ved Fauske, mens den gaar ned til 10 m og derunder mellem Pieskijaure og Virijaure, hvortil jeg har fulgt den. Over Fauskekalken i vest optræder der et særdeles mægtigt kvartskonglomerat med sterkt uttrukne rullestene (Öinæskonglomeratet), mens der ikke er fundet noget helt tilsvarende i øst.

Derimot optræder der ved Virijaure et granitbollekonglomerat

indleiret i en sandstensavdeling, men dette konglomerat synes at ligge lidt under Pieskikalkstenens nivaa.

Over kalkstenen (og Öinæskonglomeratet) optræder en skiferavdeling, som er udviklet i forskjellig metamorf facies i øst og vest, i det man finder kloritmuskovit-skifre (»kloritgranulit») i øst, men de höimetamorfe oligoklasgneise (Skjönstaagneis) i vest.

I »kloritgranuliten» findes kun lokalt karbonatindleiringer (dolo-mit), mens Skjönstaagneisen indeholder flere sammenhængende kalkdrag. Kommer man endnu længer mot vest, utenfor Sulitelmasynklinalen, blir disse kalklag endnu mægtigere, likesom de tildels fører sedimentære jernmalmforekomster (Næverhaugen). »Kloritgranuliten», Skjönstaagneisen og serien ved Næverhaugen svarer alle til HOLMQUISTS Vensetskifre.

Ved basis av Furulundavdelingen optræder milde ofte kulholdige skifre, som fører ganske smale kalkdrag med fossiler. Fossilhorizonten har tidligere været henlagt til basis for »Kloritgranuliten», idet man har tænkt sig at den var kommet i sin nuværende stilling over densamme ved en inversion. Det viser sig imidlertid ved nærmere undersøkelser, at fossilnivaaets plads er normal og at det ligger umiddelbart over »kloritgranuliten».

Sammen med fossilerne findes et tufkonglomerat med ensartede rullestene av en effusiv bergart, som antagelig har hat basaltisk-andesitisk sammensætning, men som nu er fuldkommen albitiseret. Andre steder i samme nivaa findes sammenhængende strømme av en lignende albitiseret effusiv. Strukturen av disse spiliter er fordømmet meget godt opbevaret, og det kan efter min mening neppe betvivles, at der foreligger sikre effusive bergarter.

Videre op kommer Furulundskifrene, i hvis övre del Sulitelmagabbroen og kisforekomsterne er injeceret, samt herover igjen Baldoaiveserien, som sammensættes av forskjellige skifre og kalkfylliter.

I sammendrag kan man altsaa angi følgende lagrække for Sulitelma-Saltenomraadet:

Sulitelmaskifer med fossilhorizont ved basis,

Vensetskifer med sedimentære jernmalme,

Öynæskonglomerat,

Fauskekalk.

Konnektioner mellem Sulitelma og Ofoten.

Det er av viktighet at sammenbinde den ufuldstændige men omtrentlig aldersbestemte lagserie ved Sulitelma med den fuld-

stændige serie i Ofotenprofilen. Det viser sig ogsaa at dette ligger sig gjøre med ganske stor sikkerhet, idet de mægtige kalkstene, Fauskekalken i syd og Evenæskalken i nord, maa antas at repræsentere samme stratigrafiske horisont. Det er begge kalkstene som har en overordentlig stor mægtighed i et centralomraade i vest mens de avtar i tykkelse østover. Begge fører partier av dolomit samt smale striper av den meget karakteristiske røde Leifsetmarmor, som ikke synes at være paavist i andre nivaaer. En ganske stor vægt maa man tillægge det forhold, at begge kalkstensavdelinger avsluttes opad av et meget mægtigt, om end lokalt udviklet konglomerat med kvartsrullestene. Der findes ogsaa en ækvivalent til granitbollekonglomeratet ved Virijaure under kalkstenshorisonten, idet Foslie har paavist et lignende konglomerat paa sydsiden av Ofotenfjorden under Evenæskalken. Disse konglomerater i nærliggende nivaaer betegner en hævnning av havbunden, som allerede a priori maatte antages at ha været av mere generel regional natur. Længer syd, paa öen Leka paa grænsen mellem Nordtrøndelag og Nordlands fylker findes der saaledes ogsaa et konglomerat (væsentlig med gabbro-rullestener), som optræder i tilknytning til en kalksten med striper av Leifsetmarmor, og antagelig repræsenterer dette det samme nivaa.

Endvidere overleires saavel Fauskekalken som Evenæskalken av en serie med skifre og kalkstene, som fører sedimentære jernmalmsforekomster. Disse synes at optræde i et centralt parti i fjeldkjeden, mens de ikke er paavist hvor den samme serie kommer frem i dagen længer mot øst. Ogsaa de bekjendte jernmalmsforekomster ved Dunderland ligger i nivaa over mægtige kalkstene som svarer til Fauskekalken. Selv om man som tidligere nævnt kan finde smaa, udrivværdige jernmalmsforekomster av den samme type i lavere nivaaer, synes jernmalmserien at danne en nogenlunde vel defineret serie over Fauske—Evenæskalkens nivaa.

Vi faar da følgende konnektioner mellem Ofotenprofilen og Sulitelmaprofilens lagserier:

Ofotenprofilen	Sulitelmaprofilen
Niingenskiifer	Sulitelmaskifrene Fossilførende nivaa, effusiver
Bogenserien	Vensetskiifrene (»Kloritgranulit» etc.)
Evenskjærkonglomerat	Öinæskonglomerat
Evenæskalk	Fauskekalk
Narvikskiifer	Skifer

Ofotenprofilen	Sulitelmaprofilen
Rombakskalksten	
Rombaksskifer	Mangler paa norsk side av grænsen.
Skyveplan	
Basalkonglomerat	
Grundfjeld	

Det er naturligtvis ikke godt at angi fossilnivaaets plads i Ofotenprofilens lagrække med nogen større grad av nøiagtighet, men jeg skulde anta, som det mest sandsynlige naar man tar alle forhold med i betragtning, at det blir i den övre del av Bogenserien eller muligens saa høit som ved overgangen mellem Bogenserien og Niingenskiferen. Selv denne grænse er ikke altid let at trække inden Ofotenprofilens forskjellige omraader, idet den överste kalksten, som i et lokalomraade avslutter Bogenserien, kan kile helt ut og forsvinde.

Ihvertfald vil man se, at det under-mellem-ordoviciske fossilnivaa kommer særdeles høit op i lagrækken, og det kan vel idethele tat være meget tvilsomt, om de anførte lagrækker overhodet naar saa høit op som til silur (oversilur eller gotlandium).

Den undre grænse for alderen fremgaar ved sammenligninger med den östlige fjeldkjedezone og er delvis omtalt tidligere. Tænker man sig de metamorfe bergarter over skyveplanet som en i det store og hele mot öst forskjøvet lagpakke, saa avhænger deres alder av skyveplanets beliggenhet i lagserien. Da man ikke noget sted i vest i Ofotenprofilen har kunnet gjøre forekomsten av underkambriske sparagmiter sandsynlige, bortfalder forsaavidt her spørgsmaalet om virkelige overskyvninger av store dimensioner, saaledes som man kan finde dem i andre randgebeter av fjeldkjeden. Det store skyveplan over Hyolituszonen ligger i forskjellige nivaaer, fra lavt nede i underkambrium og til den nederste del av mellemkambrium, men som oftest i den sorte mellemkambriske alunskifer straks over de överste underkambriske lag. Den horizontale brist eller avlösingsflate synes med forkjærlighed at ha dannet sig i denne geologisk set saa fortræffelige glidezone med sit naturlige grafitførende smurningsmiddel.

I det mylonitiserte dække findes efter min mening adskillig underkambrisk materiale, som altsaa forsaavidt ligger i overskjövet stilling i forhold til delvis yngre lag i Hyolituszonen. Men den væsentligste del av schollens sedimenter maa være yngre, og det ligger da for haanden at anta en mellemkambrisk til overkambrisk alder av disse. Fjeldkjedeseriens alder i Ofotenavsnittet og i disse dele av fjeldkjeden idethele synes derfor at være mellemkambrium,

overkambrium og ordovicium, men neppe gotlandium, derimot i øst delvis ogsaa underkambrium.

Konnektioner med andre deler av fjeldkjeden.

Paa basis av de ovenfor anførte resultater skal vi trække nogere sammenligninger med andre dele av fjeldkjeden i syd og i nord.

I Trondhjemsfeltet har man efter C. W. CARSTENS' utstrakte undersøkelser to horisonter med effusiver, nemlig en oppe i Hovinggruppen og en lavere, som CARSTENS har kaldt Bymarkgruppen. Hvis den TÖRNEBOHM-CARSTENSKE opfatning av tektonikken i Trondhjemsfeltet er rigtig, saa skulde Bymarkgruppens effusiver ligge i forholdvis lav ordovicium, kanske omtrent paa grænsen mellem underordovicium og mellemordovicium. Før en sikker bestemmelse av nivaaet kan gjøres maa HERMANN'S og GETZ'S graptolitfund revideres, men denne alder bekræftes ogsaa av fossilfund fra det Centrale Norge. Forsaavidt er det altsaa meget mulig, at Sulitelmas effusivhorizont kunde tilhøre det samme nivaa som Bymarkgruppens, men jeg er allikevel nu mere tilbøielig til at anse Sulitelmahorizonten for at være noget yngre. Det er jo nemlig meget naturligt at sammenføre det store konglomerat over Bymarkgruppen med Öinæs- og Evenskjær-konglomeraterne, alle sammen de største konglomerater i sedimentserien og vidnespyrd om betydelige orogenetiske bevægelser. Herved vilde Sulitelmaeffusivene komme op i Hovinggruppen, hvor der ogsaa er en effusivhorizont. Om den imidlertid er samtidig med denne, lar sig for tiden ikke avgjøre, men det er ikke urimelig at den ligger imellem Trondhjemsfeltets to effusivhorisonter. Med denne parallelisering skulde altsaa Vensetskifrene og Sulitelmaskifrene svare til Hovinggruppen, Fauskekalken og Öinæskonglomeratet vilde svare til Bymarkgruppen med dens konglomerat, mens de underliggende serier (Narvikskifrene, Rombakskalken og Rombaksskifrene) skulde svare til Rørosgruppen.

Idet vi gaar over til paralleliseringen med Finmarken, har man et forbindende led i den østligste fjeldkjedezone, som jeg tidligere har undersøkt fra Tornetræsk og til grænsen mellem Tromsø og Finmarken fylker og som HOLTEDAHL har undersøkt i Finmarken.

Den overveiende underkambriske hyolithuszone strækker sig her i samme faciesutvikling og med talrige fossilfund fra Tornetræsk til Finmarken og videre østover til østsiden av Altenelven. Over skyveplanet ved Tornetræsk ligger der tektonisk isolerte dolomitpartier, som jeg sammenfører med den aller underste del av Rom

	Trondhjems-feltet.	Sulitelma-feltet.	Ofoten-feltet.	Vestfinmarken	Bjørnøen.	Spitsbergen.
Over-ordovicium	Fortsetter op i silur.	Sulitelmaskifre	Niingenskifer	Metamorfe sedimenter		
Mellem-ordovicium	Hovingruppen med Vulkanisme	Vulkanisme ved basis Vensetserie Sedimentære jernmalme	Bogenserien Sedimentære jernmalme		Tetradiumkalk	Skiferserie Mørk kalksten Sedimentære jernmalme
	Konglomerat	Öines konglomerat	Evenskjær kongl.	Bosekop kvartsit	Hiatus?	Konglomerat
Under-ordovicium	Bymarkgruppen Vulkanisme	Fanskekalk med dolomit	Eveneskalk med dolomit	Raipas-serien Vulkanisme	Yngre dolomitserie	Yngre dolomitserie
Over-kambrium	Rörosgruppen	Skiferserie	Narvikskifre	?	Skiferkvartsit	Skiferserie
			Rombakskalk med dolomit	Porsangerdolomit	Ældre dolomitserie	Ældre kalkstene med dolomit
Mellem-kambrium			Rombaksskifre	Porsangersandsten		
Under-kambrium	Sparagmit		Hyolithussonen	Hyolithussonen		

bakskalken længer i vest; saadanne partier av dolomit findes ogsaa længer nordover paa flere steder, og det maa ansees for overordenlig sandsynlig, at denne dolomit svarer til HOLTEDAHL'S Porsangerdolomit, som ligger under skyveplanet i Porsangerområdet. Herved faar man altsaa sammenknyttet Rombakskalken med Porsangerdolomiten, og den underliggende Rombakskifer skulde da ligge i Porsangersandstenens nivaa. Det forekommer mig endvidere meget naturligt at sammenføre Evenæskalken med den dolomitrike Raipas, hvis denne serie ligger over Porsangerserien som antat av HOLTEDAHL. Herved kommer ogsaa Evenæskonglomeratet og Bosekopkvartsiten til at indta samme plads i lagrækken; begge disse avsetninger er vidnespyrd om hævnninger av havbunden over havets nivaa, om end forholdene ellers kan være noget forskjellige; mens nemlig denne hævning var ledsaget av foldninger i Raipas, har man i hyertfald hidtil ikke fundet noget saadant i Nordland. De metamorfe sedimentserier over Bosekopkvartsiten og skyveplanet skulde da svare til serien med de sedimentære jernmalme (Bogenserien og Vensetserien) samt til de øverste skifre (Sulitelmaskifrene og Niingenskiifrene). Det kan tilføies, at der ligger saavel dolomiter som kalkstene over Bosekopkvartsiten i Kvænangen-Vaddas-området, og at der ogsaa findes et konglomerat høit oppe i den metamorfe lagrække ved Vaddas. Fossilhorizonten ved Sulitelma skulde jeg være mest tilbøielig til at henlægge til de øvre kalkstene ved Vaddas, et godt stykke op i lagrækken over Bosekopkvartsiten. Man vil se, at denne parallelisering bekræfter HOLTEDAHL'S antagelser om Finmarksformationernes alder, idet Porsangerdolomiten blir sat til Overkambrium (Ozarkian) og Raipasserien til Underordovicium (Canadian), ganske det samme som HOLTEDAHL kom til ved at sammenføre Finmarkensserierne med den fossilførende Hecla Hook paa Björnøen. Ogsaa antydninger om parallelisering fra Finmarken mot syd, særlig til Trøndhjemsfeltet vinder i styrke, mens antagelsen om at Nordlandsdolomiterne skulde tilhøre lav ordovicium neppe kan siges at være sandsynlig, idet disse ihvertfald synes at gaa op til toppen av mellemordovicium (Bogenserien med kalkstene, dolomiter og sedimentære jernmalme), mens man antagelig ogsaa har dolomiter i overkambrium. Naar HOLTEDAHL paa den anden side sammenfører Raipasseriens effusiver, der først blev erkjendt som saadanne av N. ZENZÉN, med Bymarkgruppens lavaer, saa stemmer dette godt overens med den foreliggende konnektion. Hvad Björnøens Hecla Hook-serie angaar, saa har HOLTEDAHL ogsaa paralleliseret de to dolomitserier der med tilsvarende bergarter i Spitsbergens Hecla.

Hook. Det intresserte mig naturligvis meget at faa kjendskap til pladsen i Spitsbergenlagrækken ogsaa for andre karakteristiske nivaaer, og her var da særskilt en stor konglomeratserie og en zone med sedimentære jernmalme av værdi i denne forbindelse. Ved en forespørgsel hos A. HOEL og W. WERENSKIOLD, som har foretat detaljerte undersøkelser over Spitsbergens Hecla Hook, fik jeg ved elskværdig imøtekommenhet følgende oplysninger. Den underste afdeling paa Spitsbergen er en undre kalksten med dolomit, som overleires av en mægtig skiferserie med glindsende fyl-liter. Herover følger en övre kalksten med dolomit etc., og i Hornsundomraadet overleires denne karbonatserie efter al sandsynlighet av et mægtigt konglomerat. Videre op i lagrækken ligger efter al sandsynlighet en skiferserie med kvartsiter, en mørk kalksten, samt en serie med sedimentære jernforekomster (ved Recherche Bay, i det nordlige Bellsundomraade og paa Prins Karls Forland). Dette svarer som man vil se ganske paafaldende godt overens med de nordlandske profiler, idet saavel konglomeratet som de sedimentære jernmalme kommer paa samme plads i lagserien. Hvis HOLTEDAHLs jevnførelse av Björnöens Tetradiumkalk med Forlandets mørke kalksten er rigtig — og at de ligner hverandre fuldstændig har jeg kunnet overbevise mig om — saa skulde der være grund til at opkaste det spøragsmaal, om der ikke foreligger en hiatus paa Björnön imellem den yngre fossilførende dolomitserie (Canadian) og Tetradiumkalken (Black River).

Naar man skal sammenfatte enkeltheterne fra de ovenfor omtalte profiler, saa vil jeg først i korthet nævne, at den dolomitorike, amerikansk-arktiske sedimentation i overkambrium og i den nedre del av ordovicium synes at strække sig langt nedover i Nordland, kanske ned til den nordligste del av Trondhjemsfeltet (de indre dele av Trondhjemsfjorden med sine mægtige kalkstene), mens denne udvikling som bekjendt ikke findes i det centrale Trondhjemsfelt. Paa den anden side maa man fremhæve, at Nordlandssedimenterne er av tildels ganske utpræget geosynklinal karakter, i det specielt mægtigheten av karbonatavleiringerne avtar betydelig i mægtighet mot øst. De overordentlige mægtigheter av skifre i centralomraaderne tyder ogsaa i høi grad paa geosynklinal-sedimentation.

Endvidere maa man fremhæve, at den landhævning som konglomeratserien (the Trondhjem disturbance) er vidnesbyrd om, er av langt mere generel utbredelse end man tidligere har hat kjendskap til. Efter det som hidtil foreligger av fossilfund, har jeg sat denne hævnning til den undre del av mellemordovicium, og den skulde da forsaavidt falde omtrent sammen med den avbrydelse i lag-

serien som RAYMOND finder mellem under- og mellemordovicium i sydiskandinaviske omraader. Imidlertid vil en revision av kjendte fossilfund kunne bringe yderligere oplysninger for dagen, og indtil videre maa derfor denne alder ansees som foreløbig.

Det maa ogsaa fremhæves, at der findes flere konglomeratnivaer i fjeldkjedesedimenterne, i Trondhjemsfeltet over og i Nordland baade over og under hovednivaet.

Det er ikke umulig at det övre nivaa kunde svare omtrent til den hiatus over vor etage 4 b som er paavist av RAYMOND og J. KLÆR.

Hvad vulkanismen angaar, saa synes den at ha været virksom i flere adskilte tidsrum, fra Skiddavian (det gamle Arenig) til Llandeilo og Caradoc, naar man sammenligner med de britiske öer. Ogsaa her har der været rigelig med vulkanisme i disse tidsrum, og efter de senere undersøkelser synes maksimum at være naadd i Llandeilo.

Oversigt over fjeldkjedens tektonik.

Den lagserie som er omtalt i det foregaaende, ligger i Nordland og Tromsö i store synklinaler og antiklinaler, og det viser sig nu at man kan forfølge disse store fjeldkjedefolder av første orden fra omraade til omraade. Fra Ofoten—Tornetræsk-profilet har jeg allerede tidligere nævnt den östlige Tornetræsk-synklinal, Tornetræsk-antiklinalen, hvor grundfjeldsunderlaget er fremeroderet, og den vestlige Ofotensynklinal. Denne sidste har jeg fulgt nordover omtrent til egnen ved Tromsö, hvor Lyngengabbroen er injiceret i dens östlige del, mens man har graniter i vest. Rombaksantiklinalen forsvinder mot nord under de fladtliggende sedimentrækker og kommer først med tydelighet tilsyne igjen i Kvænangen og Vestfinmarken, hvor Raipasformationen er fremeroderet i en række adskilte felter som er undersøkt av HOLTEDAHL og ZENZÉN samt av forfatteren. Tornetræksynklinalens östside kan følges hele veien sammenhængende til Finmarken, og her ligger Altensynklinalen i ganske samme position som Tornetræksynklinalen.

Mot syd kan Ofotensynklinalen omtrent sammenknyttes med Sulitelmasyngklinalen, efter undersøkelser av S. FOSLIE, G. HOLMSEN og forfatteren, og videre sydover kan den følges paa grundlag av P. J. HOLMQUIST's og J. REKSTAD's arbeider. I öst har man efter A. HAMBERG, P. J. HOLMQUIST og FR. SVENONIUS en særdeles fladtliggende synklinal i samme position som Tornetræksynklinalen. I vest for Sulitelmasyngklinalen optræder den store Nordlands-

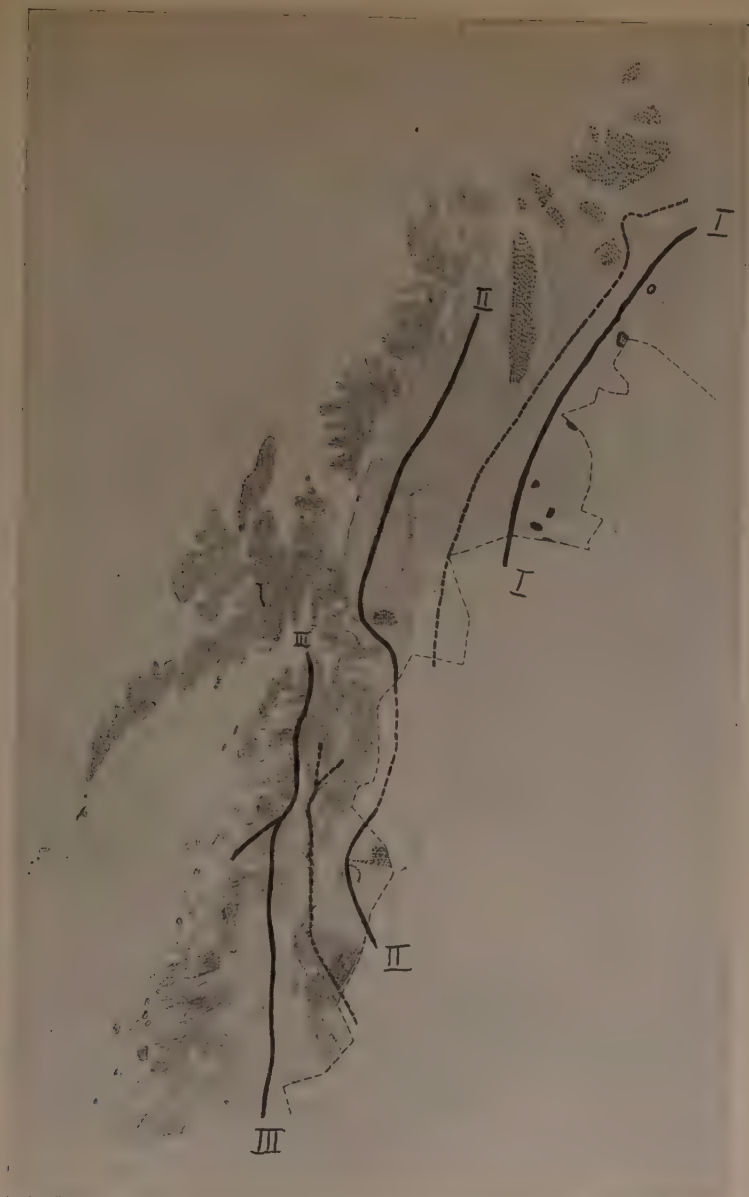


Fig 3. Oversigtskart over fjeldkjedens geotektoniske linjer. De tre fjeldkjedesynklinaler er trukket helt op (I, II og III). Antiklinalerne er prikket.

synklinal, som kan følges efter arbeider av J. REKSTAD, G. HOLMSEN og J. OXAAL. I Sulitelma-Salten-profilen fremgaar forøvrig hovedtrækkene allerede av HOLMQUISTS profiler.

Vi kan altsaa adskille tre hovedsynklinaler, som passende kan kaldes den første, anden og tredje fjeldkjedesynklinal, regnet fra øst mot vest. Avsætter man disse muldelinjer og sadellinjerne paa et kart, faar man et billede av fjeldkjedens struktur.

Det viser sig nu, at der er en paafaldende lovmæssighet i anordningen av de i fjeldkjedeserierne injecerte eruptivbergarter. I øst har allerede P. QUENSEL fremhævet den regelmæssige anordning av amfibolitserien, og denne fortsætter paa samme maate mot nord fra Tornetræsk ind i Norge. I nord ligger amfibolitmassivene paa østsiden av den første fjeldkjedesynklinal, mens de synes at bre sig ut mot vest naar man kommer sydover mot Sarjek.

Den anden fjeldkjedesynklinal er omraadet for de kistførende gabbroer, der som regel er injeceret i synklinalens østlige del. Her har man gabbrofelterne ved Sulitelma, Ballangen, Lyngen, Vaddas osv.

I den tredje fjeldkjedesynklinal (Nordlandssynklinalen), er det graniterne som spiller hovedrollen. Efter beliggenheten i lagserien kan man adskille to hovedtyper av graniter; en »bundgranit», hvis underside ikke er blottet, træder frem i antiklinalen mellem den anden og tredje synklinal og paa sine steder ogsaa vest for den sidste. Nordlandssynklinalen synes idethele overalt at hvile paa granit. FOSLIE har antat tilstedeværelsen av en grundfjeldskjærne under den kaledoniske injektionsgranit i omraadene syd for Ofotenfjorden, noget som forsaavidt bekræfter min antagelse om antiklinallinjens forløp. Paa den anden side ligger der ogsaa en serie granitfelter, hvis underside er blottet, inde i Nordlandssynklinalen selv. Nordlandssynklinalens avslutning mot nord er av adskillig interesse; det viser sig nemlig at foldningsaksen holder mot syd, hvorved dens granitunderlag blir fremeroderet i nord. Man maa altsaa tænke sig, at Nordlandssynklinalen gaar op i luften over de uhyre brede granitfelter nord for Ofotenfjorden. Selv om granitkontakten mot sedimenterne er en injektionskontakt, maa man vistnok foreta en revision med henblik paa grundfjeldspartier i de mere centrale dele her. I Ofotenprofilen fremkommer derved et meget dypere horizontalsnit av fjeldkjeden end man kan faa i sydligere Nordlandsprofiler, noget som forøvrig ogsaa gir sig tilkjende ved det opstikkende vindu av grundfjeld ved Tornetræsk.

De magmaer som er trængt ind i fjeldkjedeserierne har fortrindsviis vandret efter lagflaterne. Dette er kjendt fra flere tid-

ligere undersøkelser, og jeg selv har undersøkt fortræffelige eksempler herpaa ved Sulitelma og ved Vaddas.

Men hvorfra er saa disse magmaer kommet, hvor har de sit ut-spring i fjeldkjeden?

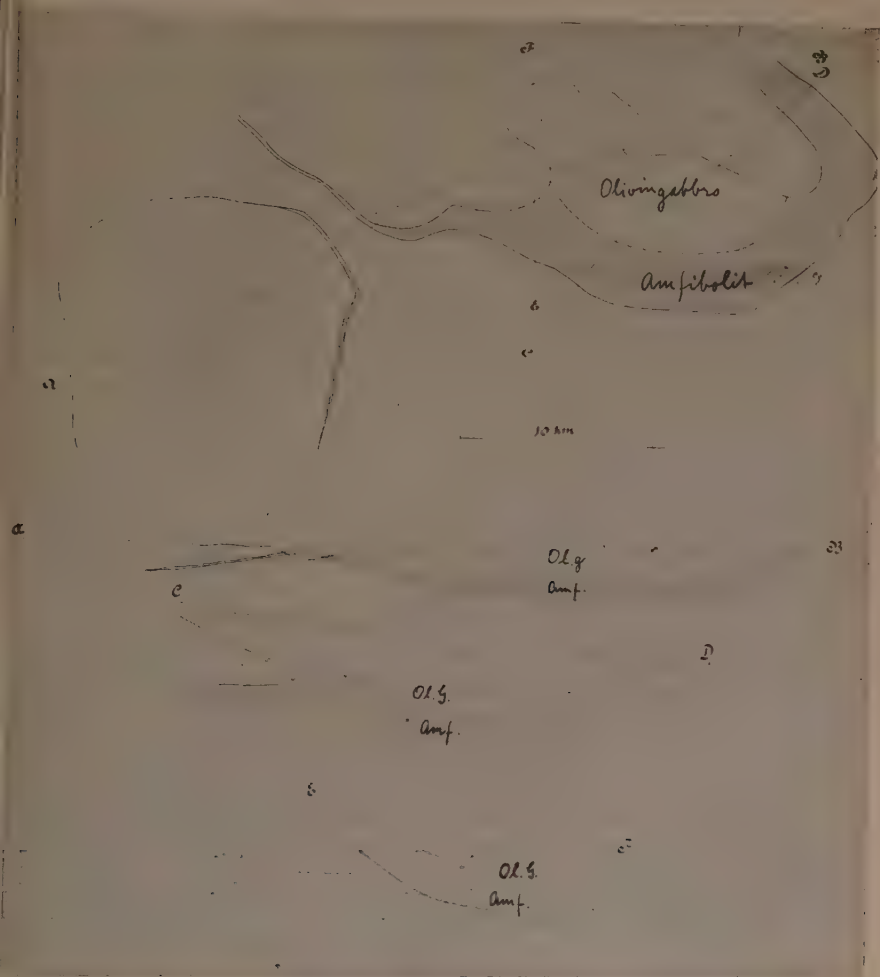


Fig. 4. Kart og profiler over gabbroområdet ved Sulitelma, visende hvorledes injektionsmassen i hovedsaken følger lagflaterne.

For de kaledoniske graniters vedkommende synes saken at være forholdsvis klar, idet man med større eller mindre sandsynlighet kan henhøre dem til det store centralmassiv, hvori Lofotområdet danner kjernen. Lofotbergarternes kaledoniske karakter er for-

længst paavist av J. H. L. VOGT og forfatteren. Lofoten blir da sandsynligvis fjeldkjedens store centralbatolit, hvorfra enorme magmamasser er trængt ind i fjeldkjedeserierne. Under Lofoten og en tilsvarende vestlig stripe ute i havet har sandsynligvis det store gjennombrudd i fjeldkjedegrøftens bund fundet sted, hvorfra magmaerne er strømmet op fra de store dyp.

Det ser altsaa ut til, at det kun er den østlige halvpart av fjeldkjeden som er opbevaret i Skandinavien, mens vi mangler den vestlige del, svarende til det NW:lige Skotland med sin vestover rettede horizontalbevegelse.

Eiendommelig stiller saken sig for gabbrobergarternes vedkommende. Siden de er bundet zonemæssig saa bestemt til hver sin fjeldkjedesynklinal, vilde det ubetinget være det enkleste at tænke sig, at der hadde fundet sted et gjennombrudd i bunden av hver av disse. Imidlertid har jeg under omtalen av Ofoten—Tornetræskprofilen trukket frem iagttagelser, som synes at maatte tyde paa, at amfiboliterne i den første fjeldkjedesynklinal er kommet vestfra, idetmindste fra den anden synklinal.

De kiskførende gabbroer i den anden synklinal ligger injiceret efter lagflaterne paa en saadan maate, at det bare ved betraktning av dem synes naturligst at anta, at ogsaa de var kommet fra vestligere kilder. Petrografisk findes der desuten likhetpunkter med Lofotens centralfelt; saaledes har jeg paavist ekte Lofotsyeniter sammen med gabbro i Vestfinmarken i den anden synklinal. Sammenligninger videre mot syd (Jotunheimen) gir imidlertid en antydning om, at de maaske kunde ha en mere lokal rot i sin egen synklinal.

Forlater vi nu de nordlige omraader og retter blikket mot sydligere dele av fjeldkjeden, saa igenfinder vi flere av de ovenfor omtalte tektoniske hovedtræk. Den første synklinal svarer da nærmest til Jämtlandsomraadet, mens den første antiklinal (Tornetræsk-antiklinalen etc.) bör sammenføres med de store grundfjeldsantiklinaler i riksgrensestrøkene mellem Jemtland og Trondhjemsfeltet (Sylene, Mullfjeldet, Oldengraniten etc.).

Den anden fjeldkjedesynklinal skulde saa bli at parallelisere med Trondhjemsfeltet. Det er her et overordentlig paafaldende forhold at man har de talrige kiskførende gabbroer i Trondhjemsfeltet i den samme tektoniske position som længer nord. Av interesse er det ogsaa at lægge mærke til, at man har svenske gabbroide svovelkiskforekomster netop hvor den anden synklinal naar ind paa svensk side av riksgrensen.

Den tredie fjeldkjedesynklinal igenfinder man saa helt ute ved

kysten ved Hitteren og Smölen, hvor ogsaa J. SCHETELIG har pekt paa sammenhængen mot nord.

Forskjellen mellem Nord-Norges og Syd-Norges fjeldkjeder synes i mangt og meget at bero paa, at man har et saa meget dypere horizontalsnit i syd. Herved er fjeldkjedens underlag blottet i langt større utstrækning i det sydlige Norge. Her kan den store Nord-vesttavle nævnes. Den blir antagelig at opfatte som en stor grundfjeldsantiklinal i fjeldkjeden, saaledes som ogsaa de indfoldede silurstriper viser. Og fra Jotunheimen har V. M. GOLDSCHMIDT ved sine klassiske undersøkelser vist os eruptivernes rötter dypere end noget andet sted. Fordi man i nord har et høiereliggende horizontalsnit i fjeldkjeden, blir grundfjeldsantiklinalerne for en væsentlig del dækket av fjeldkjedesedimenter og kaledoniske eruptiver, saa fjeldkjeden derved opnaar en tilsyneladende langt større bredde. Imidlertid maa man ogsaa i syd opfatte grundfjeldsantiklinalerne som integrerende ledd i fjeldkjeden, og de adskilte dele forbindes derved til en større enhet.

Lokal med recenta jättegrytor i Motala ström.

Av

CARL TH. THÄBERG

Motala ström, som genomflyter Norrköpings stad, bildar i stadens centrala delar flera märkliga fall däribland de s. k. Järnbröfallen. Vid mitt besök därstädes i juli månad 1922 var flodbotten för att möjliggöra en reglering totalt torrlagd. Som flodbotten uppvisade ett stort antal jättegrytor, vilka vid regleringsarbetet skulle komma att bortsprängas, företog jag en okulärbesiktning av platsen, och framlägger resultat av densamma här nedan.

Jättegrytorna, vilkas recenta bildningstid ju i detta fall är påtaglig, äro samlade till tre olika grupper belägna under respektive tre olika forshuvuden. Deras läge framgår av fig. 1 å vilken bild även synes att strömmen, som ovan fallen har en strömfåra av betydlig bredd där är sammandragen till en smal passage i vilken här behandlade jättegrytor uppträda. Över de första fallen framgår två starka strömmar under det att mellan desamma vattnet har mindre hastighet beroende på bottens jämt sluttande yta och frånvaron av blockanhopningar. Vid nedre forshuvudet, som sträcker sig över hela strömfåran, har karaktären av tvenne skilda strömmar ännu ej helt borteliminerats och under det att den ena omedelbart efter passerandet av forshuvudet framrinner i en utvidgad lugn strömfåra går den andra uppfylld av stora virklar över håll och blockrik botten.

Den östligaste gruppen består av 31 tydliga jättegrytor, de största äro tvenne tvillinggrytor den ena ej mindre än 2.10 m djup och 0.60×0.80 m i diameter med sin ena vägg delvis genombruten, bildande en förbindelse med den lägre liggande tvillingens vars djup är 1.20 m och diam. 0.60 m bägge jättegrytornas väggar äro med växlande mellanrum bandformigt ursvarvade och bott

narna skålformiga och i ovanligt hög grad finslipade. Av övriga jättegrytor i denna grupp fäster man sig särskilt vid sex stycken i det närmaste lika stora grytor, som ligga i en halvbåge på yttre kanten av den plattformslignande håll, i vilken jättegrytorna förekomma. Deras djup växlar mellan 0.50 och 0.60 *m* och diametern mellan 0.25 och 0.35 *m*. Bottnen i dessa grytor är slipad i enlighet med vad fig. 2 utvisar. Anledningen till denna nog så märkliga form torde vara att några större löpare ej förekommit vid

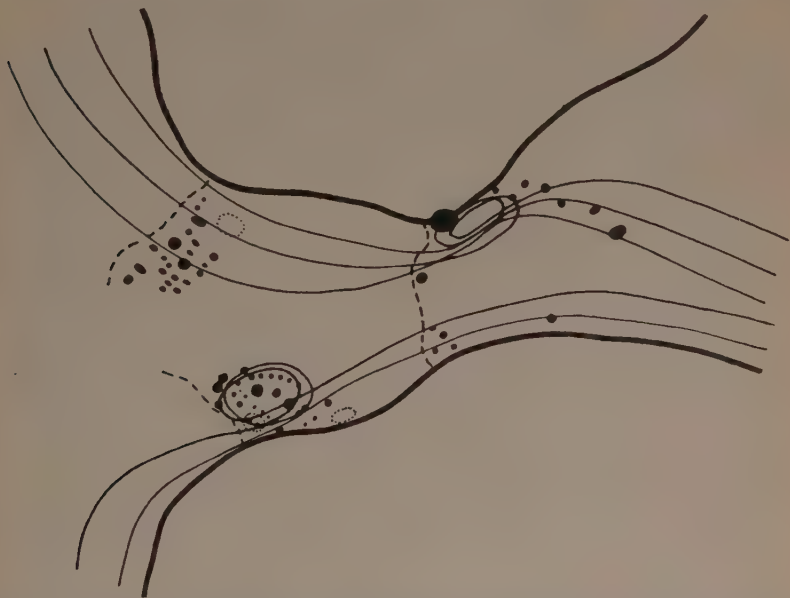


Fig. 1. Delvis schematiserad situationsplan av jättegrytornas läge i strömfåran. (Streckade linjer markera forshuvuden, heldragna tunna linjer strömmarnas riktningar, öglorna virvelbildningar.)

ursvarvningen utan de ersatts av småsten och sand, varför även synes tala att grytornas väggar visa en alldeles slät cylindrisk form utan några ursvarvningar eller utvidgningar av grytornas väggar. Grytornas brädd visar ej någon starkare nötning åt någondera sidan och detta kan möjligen stå i samband därmed att de utbildats på botten av en gemensam stor utsvarvning enär hela den plattform, å vilken de förekomma, visar sig vara skålformigt ursvarvad, med en yta påminnande om de i skärgårdarna nog så vanliga ursvarvningarna. Skålens mittparti är nämligen 0.30 *m* djupare än dess kanter och nedanför densamma anträffas ett större antal svarvade lösa stenar, som torde tjänstgjort som löpare. Inom denna grupp förekommer ytterligare tvenne skålformiga urslip-

ningar den ena av dessa inneslutande tvenne mindre jättegrytor. Av intresse äro vidare ett par tvillinggrytor med mellanväggen totalt borteroderad fränsett en låg kam i botten.

Den västligast belägna gruppen av jättegrytor äro delvis av annan typ beroende därpå att drivkraften vid ursvarvningen här utgjorts av bakvattensvirvlar. Med anledning därav är, fränset



Fig. 2. Jättegryta med botten ringformigt ursvarvad.



Fig. 3. Längdprofil genom en i botten utvidgad jättegryta.

de högst liggande grytorna, formen oval med sträckning i strömmens lopp de hava även en bräddform av annan typ än de tidigare beskrivna. Till följd av vattnets regelbundna rörelse har nämligen brädden åt avrinningssidan blivit starkt avslipad ett förhållande som underlättats därav att jättegrytorna ligga terrassformigt. Denna avslipning har i vissa fall varit så stor att grytans kant å avrinningssidan ligger ända till 0.70 m djupare än motsvarande kant å andra sidan. Härvarande grytor ha ej heller den för föregående gruppen så typiska cylinderformiga väggen. På själva forshuvudet förekommer en jättegryta av helt avvikande typ, den har ett djup av 1.50 m och en diameter av 0.70 m och är till ett djup av 1.10 m cylindriskt ursvarvad men vid nämnda djup utvidgar den sig betydligt se fig. 3, så att diametern torde uppgå till över en meter, nämnda utvidgning i sidled torde bero på att berggrunden i jättegrytans botten visat sig mera motståndskraftig än omgivande berggrund varför löparna ej förmått att angripa grytans botten men har deras avslipning i stället kommit att utvidga sig i sidled.



Fig. 4. Vertikalprofil genom den inverterade jättegrytan. (Den streckade linjen utvisar ursprungliga bergväggen.)

Inom denna grupp av jättegrytor förekommer även en skålförmig ursvarvning i det närmaste överensstämmande med den i föregående grupp beskrivna. Antalet inom gruppen observerade jättegrytor uppgår till 22 stycken därav trenne med ett djup av 0.70 m och en diameter varierande mellan 0.35 och 0.40 m.

Den tredje gruppen av jättegrytor omfattar de, som äro belägna nedanför sista forshuvudet, de äro ej så samlade som de förut beskrivna grupperna, utan förekomma dels omedelbart nedanför forshuvudet dels i en bågformig utsträckning utgående från västra stranden till strömmens mitt och begränsat till det område

där tidigare omnämnda ström och virvelbildningar framgår. Av dessa jättegrytor, 14 till antalet, äro alla överensstämmande med i föregående grupp beskrivna, fränsett de två längst från fallet belägna, som hava lodräta väggar och ett jämnt bräddavlopp i oval form, den borte, en diameter av 0.40×0.70 m och ett djup av 1.40 m, den andra en diameter av 0.42×0.40 m och ett djup av 0.60 m. Inom denna grupp förekommer dock en jättegryta av från de övriga avvikande typ. Den torde i viss mån kunna be-

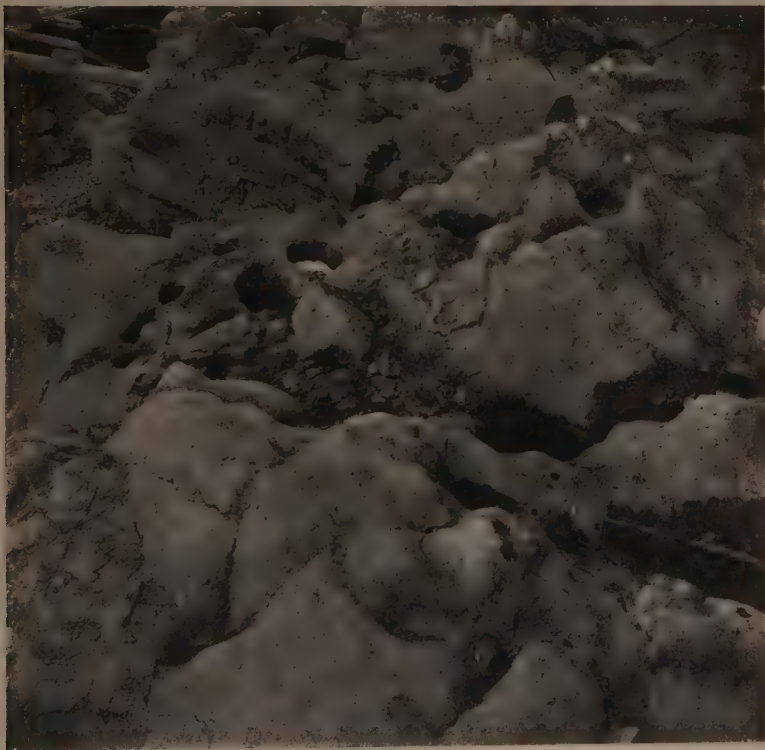


Fig. 5. Några jättegryter inom den östliga gruppen.

tecknas som en inverterad jättegryta. Den är belägen i västligaste väggen omedelbart nedanför sista forsen och torde åtminstone till största delen hava uppstått till följd av reflekterade vattenstrålar. Man kan måhända tänka sig tre olika utvecklingsstadier som givit anledning till jättegrytans nuvarande utseende. Första stadiet torde vara ursvarvningen i bergväggen, se fig. 4, anledningen till att densamma uppstått får tillskrivas en från forshuvudet mot

bergväggen riktad vattenkaskad underhjälpst av med densamma kommande sand och småsten. Vid ras å forshuvudet eller vid tidigare ström-reglering har denna ursvarvning upphört och i stället har genom virvelbildningarna en horisontalt liggande skålformig ursvarvning av 3.00 *m* diameter och ett djup i centrum av 0.7 *m* uppstått. Denne skålformiga ursvarvning har senare fyllts av nedstörtande block som hindrat dess fördjupande. Å nämnda blockanhopning nedstörtad vattenmassa har sedan återkastats mot nedre delen av den i bergväggen förekommande ursvarvningen varvid uppstått en valkformig fördjupning vars utseende framgår av fig. 4.

Å här beskrivna lokal förekommer ett ytterligt stort antal jättegrytor i tidigare utvecklingsstadier, liksom rännor och påsformiga ursvarvningar men äro dessa av den typ, som vanligtvis uppträder vid stridare vattendrag som framrinna över berggrund, och äro ej av något speciellt intresse.

A note on the relation between Hydrogen ion concentration and physical properties of soil.

By

O. ARRHENIUS.

In a previous paper (1) the influence of the hydrogen ion concentration on the precipitation of clay has been pointed out and was explained by the hypothesis that the clay was an ampolyte. From many points of view in the soil science it is of very great interest to discover whether other physical properties are influenced in the same way.

For this purpose the hygroscopicity, the »fineness»¹ (finlekstal) and the watercapacity were chosen as characteristics of the soil and were compared with the settlingrate and height of precipitated column of the clay-suspension at varying PH.

The experiments were carried out as follows: 50 g. clay, sieved with $\frac{1}{2}$ mm. mesh, were suspended in 200 cc. water, kept in a glasscylinder, different amounts of acid and alkali added and the volumes filled up to 250 cc. The mixture was well shaken and left to settle. During the precipitation the height of the column of settled clay-particles and that of the supernatant clear liquid were measured at several intervals.

For measuring the acidity of the system some cc. of the clear liquid were taken out and the PH measured colorimetrically.

In order to allow the most stabilized, suspensions to settle, the precipitation was continued for 1 $\frac{1}{2}$ months. After this the clear supernatant liquid was carefully decanted and the rest, the thick, jellified mass was poured on a funnel.

¹ »Fineness» means the viscosity of a clay holding 10 % water and stirred to constant consistence as measured by the impression formed by a cone of certain angle and weight, falling from a height when the point of the cone touches the level surface of the clay sample.

A part of this halfdry mass was then taken for the finenesstest, which was carried out according to the prescriptions given by the Geotechnical Commission of Government Railroads. (4)

The mass was then allowed to dry at roomtemperature and, when dry, was powdered by gentle pressure with a piece of rubber.

The hygroscopicity was measured in the usual way, (3) the clay reaching constant weight in a wacuumdessicator over 7.5 % H_2SO_4 and afterwards drying at $110^\circ C$.

The exact measurement of the watercapacity is still an unsolved problem, but the method here described has many advantages. The method has previously been used by PETTIJOHN (5) when trying to determine the total surface of sand and glasspearls. It is as follows. A weighed portion of soil is moistened in a flask by water from a burett. The flask is continuously shaken and then the soil is baked into lumps. When there is no more loose dusty soil the experiment is ended, and the amount of water added read on the burett. The water is then calculated per g. dry substance. The following table will give an idea of how well the method works (Tab. 1.)

Tab. I.

The watercapacity method.

Amont of soil used g.	5.48	6.85	12.59	6.72
Water added cc.	1.35	1.70	3.10	1.67
Percentage of water %	24.8	24.8	24.7	24.9

Mean $24.8 + 0.05$ + Hygroscopic water $6.2\% = 31 \pm 0.05$

To represent dry weight there is taken for the purpose of these experiments the weight of the substance dried at $110^\circ C$.

For acidifying, sulphuric and oxalic acid were used, for alkalinizing, $Ca(OH)_2$ and $NaOH$. Tab. 2—4.

The results of these investigations are seen from the above table. The curves also represent these results. Fig. I gives the H_2SO_4 — $Ca(OH)_2$ treated clay, II that treated with oxalic acid or $NaOH$ and finally III is another clay treated with $NaOH$ or

Tab. II.

H_2SP_4 — $Ca(OH)_2$ —Series.

P_H	1.5	3.5	4.2	4.7	4.9	5.0	5.4	6.1	6.8	7.5	8.0	9.1	10.0
Hight of Column . .	38.1	32.7	35.3	36.1	32.5	29.9	23.7	22.1	20.1	20.0	22.9	31.2	33.0
Relative settl. rate .	68	61	63	65	50	10	6	1	0.1	0.1	1.1	50	75
Fineness	44.4	42.2	46.6	52.7	43.4	42.9	34.5	33.0	31.4	31.3	31.6	44.1	45.9
Hygroscopicity . .	3.25	3.53	3.50	3.14	3.70	3.72	3.80	3.85	3.91	3.95	3.50	3.36	3.30

Tab. III.

Oxalic acid.—NaOH—Series.

PH	2.5	3.8	5.0	5.8	6.0	6.5	6.6	6.7	6.8	7.0	7.5	8.5	10	12
Height of column	28.4	29.0	25.7	24.6	24.1	21.8	20.6	20.2	20.1	18.6	18.0	20.9	23.7	24.4
Relative settl. rate	50	50	30	10	6	1	0.1	0.1	0.1	0.06	0.06	0.1	0.1	0.1
Fineness . . .	36.7	37.0	35.7	34.7	34.2	33.8	32.0	31.5	31.4	30.4	29.2	25.7	27.9	33.1
Hygroscopicity	3.40	3.37	3.51	3.53	3.60	3.65	3.70	3.78	3.95	4.3	4.3	3.90	3.55	3.50

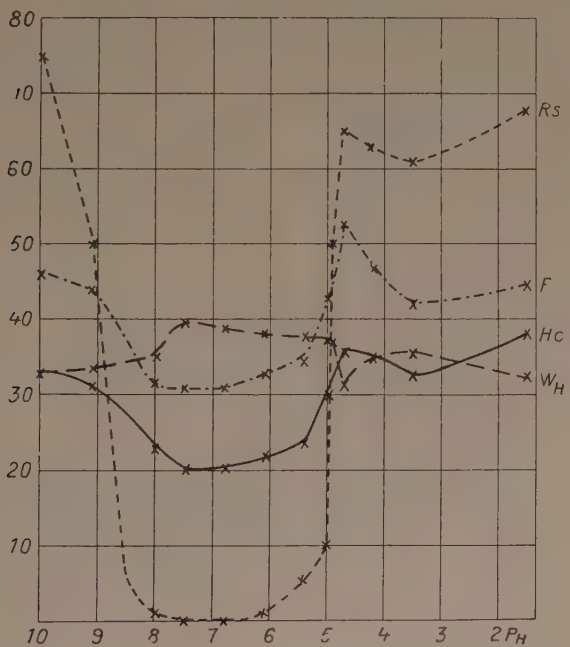


Fig. I. Different physical properties of a clay when treated with H₂SO₄ or Ca(OH)₂ as influenceal by the reaction.

Rs = settlingrate in cm per hour
F = fineness
Hc = height of column
WH = watercapacity

Tab. IV.

H₂ SO₄—NaOH—Series.

PH .	2.5	3.0	3.8	4.2	4.4	4.5	4.7	4.9	5.0	6.1	6.9	7.2	7.7	7.9	8.6	9.5
Hygro- scopi- city .	5.70	6.15	5.99	5.83	5.54	5.72	5.75	5.79	5.78	5.97	6.08	6.08	6.30	6.36	6.56	6.94

H_2SO_4 especially taken with smaller intervals in order to give a clearer idea of the hygroscopicity in the critical range P_H 5—3.

It is easily seen from the figures that the settling rate, the height of the clay-column, and the fineness, follow each other, so that a high fineness, settling rate and column are reached at high alkalinity and acidity and at the isoelectric point. The hygro-

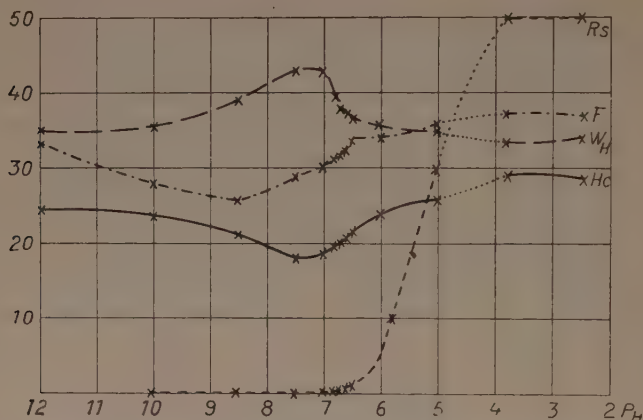


Fig. II. The same clay treated with oxalic acid and NaOH.

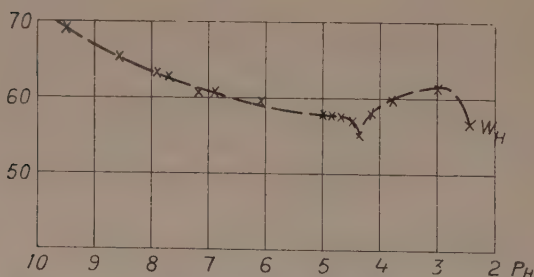


Fig. III. The change in hygroscopicity of another clay when treated with H_2SO_4 and NaOH.

scopicity on the other hand is low at these points, and high when the clay is more stabilized. The watercapacity is not plotted here or the results given in the table as it is invariable, within the limits of error, at 31 ± 0.5 even if the reaction has been very much changed.

These results will have a great influence on our conception of the mechanical analysis of soils; whichever method one uses, the

reaction, and certainly other conditions too, play great rôle. A measurement of the hygroscopicity, the fineness or the settlingrate only gives a certain phase of the clay which may be changed when changing the reaction. Also from the point of view of the plant-physiologist the observations made here will be of importance. According to Briggs (2) the »nonavailable» water stands in a certain proportion to that hygroscopically fixed. Here has been shown that the hygroscopicity of a clay may vary from 3.3 to 4.3 depending on the treatment and the reaction. This means a variation of 1 % and a variation of about 3 % in the nonavailable water. That is, both soils treated with the same (low) amount of water will not give the same crop because the plant cannot utilize as much water in the one as in the other. Calculated in rain, 3 % of a soil, counted to 30 cm. depth, will be about 0.9 cc per cm², equal to 9 mm. rain.

In this paper it has been shown that the hygroscopicity and fineness as well as the settlingrate at different reactions support the hypothesis that the clay is an ampholyte. Both as affecting the soil science and plantphysiology these results will be of interest.

Literature.

- (1) ARRHENIUS, O., Clay as an ampholyte. Journ. Am. Chem. Soc. 1922.
- (2) BRIGGS, L. J., and SHANTZ H. L., The Wilting coefficient for different plants, U. S. Dept. Agric. Bull. Bur. Pl. Ind. 230.
- (3) MITSCHERLICH, E. A., Bodenkunde. Berlin 1911.
- (4) OLSSON, J., Metod för undersökning av lerors hållfasthetsegenskaper, Geol. Förr. Förrh. 1921. N. 346.
- (5) PETTIJOHN, Journ. Am. Chem. Soc. 1919. 41.

En leptitisk sandstensartad arkos på stortjärnsåsen i Woxna socken.

Av

HARRY VON ECKERMANN.

Cirka tre mil söder om Loos kyrkoby i Hälsingland och på Woxna älvens västra strand uti Woxna socken sträcker sig i nord-nordvästlig riktning en skarpryggad smal bergås, som efter den

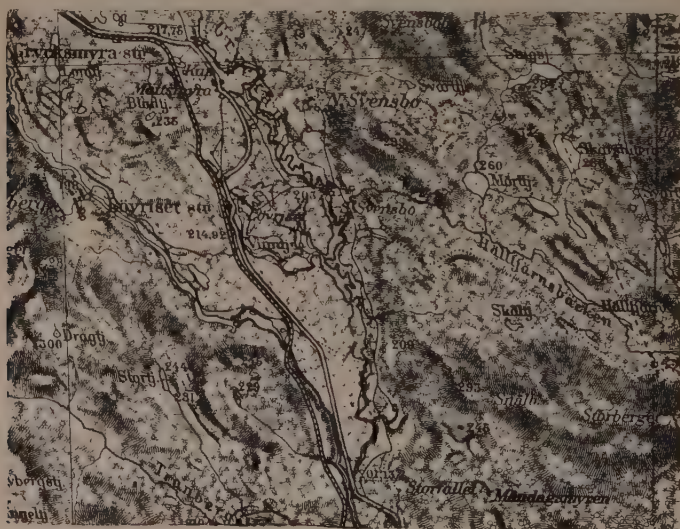


Fig. 1. Området kring Stortjärnsåsen.

omedelbart väster därom belägna lilla sjön Stortjärn bär namnet Stortjärnsåsen (fig. 1).

Åsen uppbygges huvudsakligen av en mikroklinrik röd pematitisk gnejsgranit, i vilken anträffas brottstycken av den omgivande

grå granatgnejsen. Tack vare gnejsgranitens större motståndskraft har den utformats till en c:a 50 m hög erosionsrest över gnejsterrängen.

Vid ett besök på bergåsen förlidet år i samband med min pågående kartering av Loos-fältets berggrund, observerade jag på åsens norra del i en svacka på åsryggen en ljusröd, tät, leptitisk bergart, som jag då antog utgöra en mylonitiserad del av den röda gnejsgraniten. Vid undersökning av ett slippprov befanns densamma emellertid närmast uppvisa en klastisk arkosliknande struktur med större skarpkantade korn av kvarts, mikroklin och plagioklas i en finare grundmassa av huvudsakligen rena kvartskorn (fig. 2).

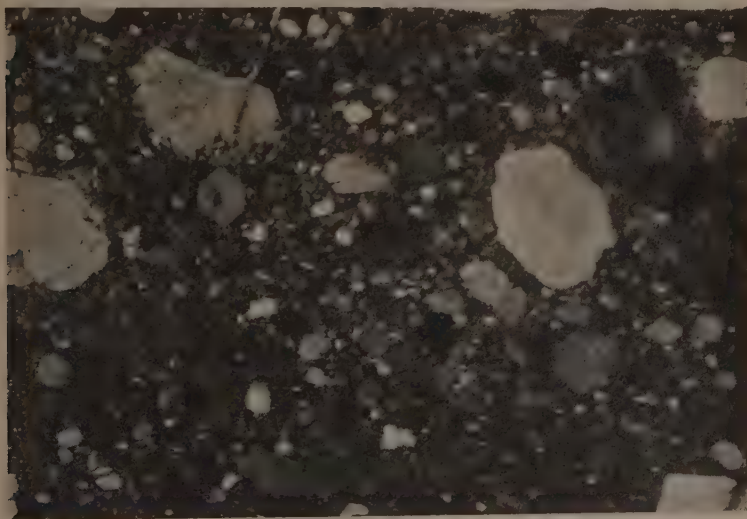


Fig. 2. Arkos-leptit, kors.nik., 20 ggr. förstoring.

Även om många av kornen tydligen varit utsatta för mekanisk påverkan, d. v. s. uppvisa krossningssprickor, så synas dessa uppkomna efter det kornen intagit sin plats i bergarten, och sålunda ej härleda sig från en mylonitisering av angränsande gnejsgranit. Bergarten synes mig därför sannolikt vara en leptitiskt tät, något pressad, sandstensartad arkos.

För att här föreligger ett silificerat vittringsgrus talar även det förhållandet, att plagioklasen i arkosleptiten delvis är av en helt annan karaktär än den, som förekommer i gnejsgraniten, i det den uppvisar granofyriska och myrmekitiska utbildningsformer, vilka jag icke kunnat återfinna i de slippprov, som tagits från gnejsgraniten.

Nedanstående tvenne analyser av bergarten hava utförts, den första av professor J. Petréén å själva bottenskiktet, den senare av författaren å stuf från överytan. Den aktuella mineralsammansättningen har jag i bägge fallen bestämt geometriskt.

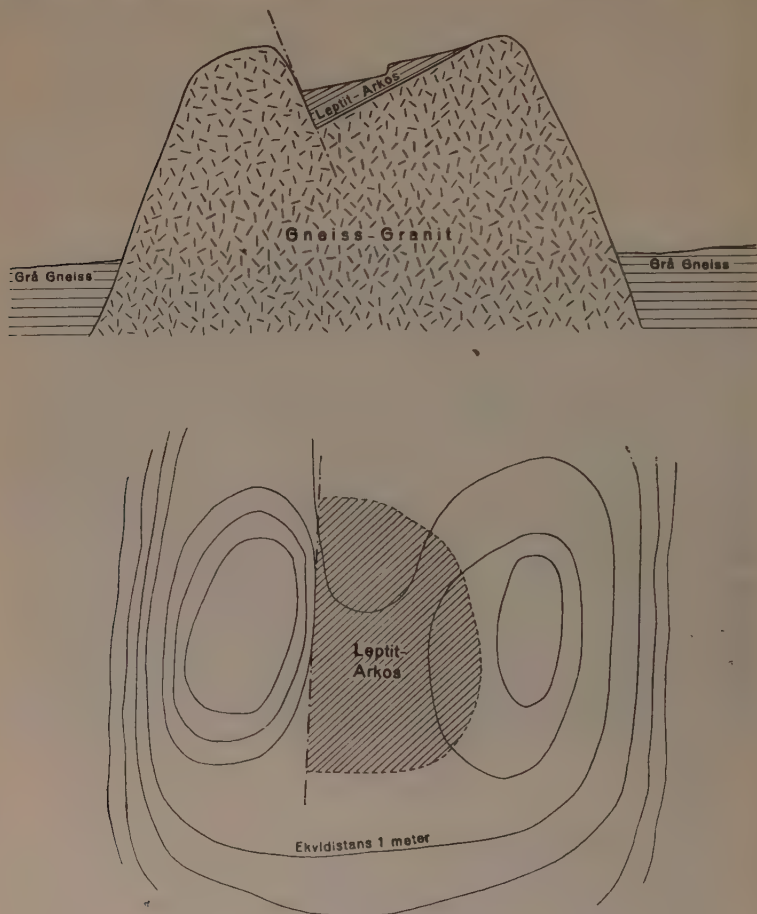


Fig. 3. Skiss av Stortjärnsåsens norra del.

Av analyserna framgår hurusom fältspathalten tilltager mot underlaget, ävensom huru plagioklasen kvantitativt dominerar i bägge fallen.

Jag har vid ett senare besök i år å fyndplatsen uppritat den i fig. 3 återgivna schematiska sektionen och ekvidistanskartan över Stortjärnsåsens norra ände. Som därav framgår begränsas arkosleptiten österut av en förkastningssköl, som delvis synes följa en

	I.		II.	
	Analys.	Aktuell mineral-sammansättning.	Analys.	Aktuell mineral-sammansättning.
SiO ₂ . . .	78.28 %	Mikroclin . 22 %	83.19 %	Mikroclin . . 16 %
TiO ₂ . . .	0.06 >	Plagioklas . 33 %	0.03 >	Plagioklas . 22 %
Al ₂ O ₃ . . .	11.27 >	Kvarts . . . 45 %	8.31 >	Kvarts . . . 62 %
Fe ₂ O ₃ . . .	0.00 >	100 %	ej best.	100 %
FeO . . .	1.79 >		1.52 %	
MnO . . .	0.00 >		ej best.	
CaO . . .	0.62 >		0.58 %	
MgO . . .	0.22 >		ej best.	
Na ₂ O . . .	2.96 >		1.92 %	
K ₂ O . . .	3.88 >		2.79 >	
H ₂ O . . .	0.00 >		0.10 >	
H ₂ O . . .	0.15 >		0.41 >	
	99.23 %		98.85 %	



Fig. 4. Stortjärnsåsens norra ände. Förkastningsskölen följer berget till höger vid spaden, leptiten synes vid hammaren till vänster.

starkt pressad grönstensgång (sannolikt primärt en lamprofyr av dioritisk karaktär) och som innesluter mylonitiserade brottstycken av såväl gnejsgraniten som arkosen (fig. 4).

Å den nedsänkta västra delen av bergåsen, vilken stupar svagt söderut, vilar arkosleptiten direkt å gnejsgraniten över vilken den utkilar västerut i en skarpt bestämbar gräns (fig. 5).

I den mot förkastningsskölen sluttande svackan träder leptitens med underlaget parallella bankning tydligt i dagen (fig. 6).

Å svackans norra krön kilar arkos-leptiten även ut, och gnejsgraniten är där blottlagd ända fram till förkastningen. Söderut



Fig. 5. Arkos-leptiteus gräns, markerad av hammaren, spaden och den ljusa linjen i fonden.

försvinner leptiten under morän, men då den c:a 50 m längre bort saknas å den ånyo blottade lägre liggande bergytan, är den sannolikt borteroderad redan omedelbart utanför den skyddande förkastningsbranten, såsom jag också antytt å kartskissen.

Arkos-leptiten å Stortjärnsåsens nordvästra krön markerar alltså troligen ett gammalt denudationsplan, som ursprungligen legat

lika mycker över det nuvarande bergskrönet (181 *m* ö. h.) som förkastningens språnghöjd. Att döma av den jämförelsevis låga graden av mylonitisering längs förkastningsskölen, synes mig denna höjd icke kunna hava varit avsevärt stor.

Huruvida denna landyta utgjort underlaget till Loosfältets sedimentserier, närmast dess kvartsiter, eller till Dala-sandstenen, torde med nu befintliga data icke kunna med säkerhet bestämmas.

För det förstnämnda alternativets bedömande saknas ännu i hög grad jämförande observations- och stufmaterial. Dock lägger man

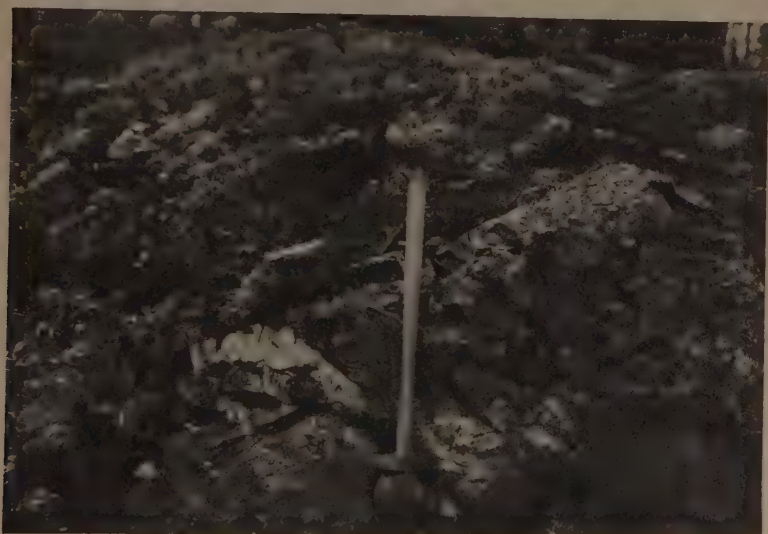


Fig. 6. Arkos-leptitens bankning parallellt med underlaget.

redan nu märke till den om yngre ålder vittnande fullkomliga friskheten hos arkosleptitens kalifältspat, ävensom till den obetydliga tryckmetamorfosen jämförd med Loos-bergarternas starka förskifring och glimmerbildning.

I det andra fallet åter, har jag vid genomgång av samtliga tillgängliga slipprov av Dala-sandsten i Sveriges Geologiska undersöknings och egna samlingar funnit en viss överensstämmelse i mineralsammansättningen, särskilt i slipprov tagna nära sandstensformationens liggande. Gemensam är sålunda en ganska riklig mot liggandet tilltagande fältspathalt med opigmenterad mikroklin och pigmenterad plagioklas, ävensom implikationsstrukturer i åtskilliga plagioklaskorn. Däremot visa själva stufverna med få

undantag makroskopiskt en betydligt grövre textur hos sandstenen än hos arkos-leptiten.

Även om alltså ingen bestämd slutsats om åldern av denudationsplanet på Stortjärnsåsen för närvarande kan dragas, vill jag dock på grund av föreliggande material uttala en förmodan, att detsamma snarare utgör underlaget för Dala-sandstenen än för Loos-skiifrarna, och sannolikt är av prejatulisk eller prejotnisk ålder.

The alkali-spinel of the Mansjö Mt.

by

HARRY VON ECKERMANN.

- Bibliography: 1. v. Eckermann, H. The Rocks and Contact Minerals of the Mansjö Mt. Geologiska Föreningens Förhandlingar, Vol. 44, pp. 203—410. 1922.
 2. Dana, I. E. A System of Mineralogy.
 3. Flink, G. Bidrag till Sveriges Mineralogi. Arkiv f. Kemi, Mineralogi och Geologi Bd. 5. No. 10.

Among the contact-minerals of the limestone deposit at Mansjö Mt. in the province of Hälsingland in Northern Sweden, the author has previously described (1. p. 346) a blackish green spinel, which occurs in sharply bounded octahedrons, and which was proved by micro-chemical tests (K_2Cu $Pb(NO_2)_6$ and $NaC_2H_3O_2UO_2(C_2H_3O_2)_2$ -precipitations) to contain alkalis.

A complete quantitative analysis has now been carried out at the private laboratory of the author with the kind assistance of Mr. G. Haglund, Chemical Engineer, and is given below (I):

	I	Ia	II	III
	%		%	%
SiO ₂	0.94	1.56	3.15	—
Al ₂ O ₃	57.80	56.55	57.20	67.01
Fe ₂ O ₃	3.04	1.90	—	2.17
FeO	9.62	13.34	20.51	8.55
MgO	24.76	61.40	18.24	21.97
CaO	0.84	1.50	—	—
Na ₂ O	1.38	2.20	—	—
K ₂ O	1.31	1.39	—	—
H ₂ O	0.00	—	—	—
	99.69		99.10	99.70

- I. Spinel from the limestone of the Mansjö Mt. Anal. G. Haglund and H. v. Eckermann.
- Ia. Molecular proportions of I.
- II. Ceylonite from Ceylon (2. p. 222).
- III. Green-black spinel from Franklin, N. Y. (2. p. 222).

The sampling of the mineral analysed was carried out with the utmost care, only pure, perfectly crystallized spinel crystals being selected, and the ground mineral powder subjected to inspection under the microscope. As an extra precaution, the sample was washed with diluted hydrochloric acid before analysing.

The high percentage of alkalis, therefore, cannot possibly be traced to an impure sample, but constitutes a characteristic component part of the Mansjö spinel. This is further confirmed by a checking analysis carried out by Mr. G. Haglund with a new sample, which gave the following values:

$$\text{Na}_2\text{O} = 1.42 \%$$

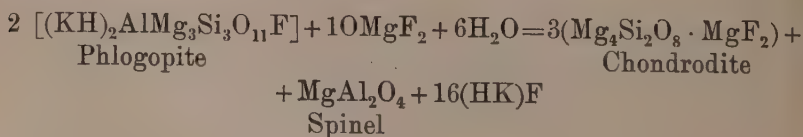
$$\text{K}_2\text{O} = 1.32 \%$$

Not counting the alkalis, the composition of the spinel agrees in alumina with the ceylonite (II above) and in iron and magnesia with the Franklin-spinel (III above).

Using the ordinary spinel-formula, and assuming that the lime occurs as silicate, the composition of the mineral may be given schematically as follows:

Alternative I		Alternative II	
MgO · (AlFe) ₂ O ₃	84.7 %	(FeMg)O · (AlFe) ₂ O ₃ . .	89.0 %
CaSiO ₃	1.7 »	CaSiO ₃	1.7 »
(FeMg)O	10.9 »	MgO	6.6 »
(NaK) ₂ O	2.7 »	(NaK) ₂ O	2.7 »
	100.0 %		100.0 %

An explanation of the high percentage of alkalis may possibly be found by considering the genesis of the mineral in question. I have previously shown (1. p. 334), how the spinel of the Mansjö limestone has been formed by the addition of magnesia, simultaneously with the decomposition of phlogopite, according to the reaction:



The alkalies thereby released are, consequently, in part retained by the spinel.

The excess of magnesia above the regular spinel-formula may be accounted for in connection with the addition of magnesia from the pegmatitic Mansjö gneiss-granite, in which instance the schematic formula II probably corresponds to the actual composition better than formula number I.

The refraction and specific weight of the alkali-spinel have previously (1. p. 346) been determined by the author as being

$$n_{\text{Na}} = 1.720$$

$$\text{sp. Wt}_{(15^\circ)} = 3.683$$

The size of the crystals, as a rule, does not exceed 0.2 mm.

I take the opportunity here of correcting a few errors and misprints, which my above mentioned paper (1) have been found to contain.

On page 263 and in the errata page 410, there is discussed an alleged difference between the axial angle values of fayalite as found by me and the axial angle curve plotted by *N. Magnusson* (G. F. F. Vol. 40. 1918, p. 601). Dr *G. Aminoff* has kindly drawn my attention to the fact, that I have overlooked *Magnusson's* having contrary to ordinary practice drawn the curve with decreasing angle-values along the ordinata, — so that, consequently my determinations confirm his comparative summary of earlier observations.

Dr. *Aminoff* has also pointed out that the differences between several axial angles observed and calculated are considerably diminished if the original formula

$$\text{tg}V = (+) \frac{\gamma}{\alpha} \sqrt{\frac{\alpha + \beta}{\beta + \gamma}} \sqrt{\frac{\beta - \alpha}{\gamma - \beta}}$$

$$\text{tg}V = (-) \frac{\alpha}{\gamma} \sqrt{\frac{\beta + \gamma}{\alpha + \beta}} \sqrt{\frac{\gamma - \beta}{\beta - \alpha}}$$

and not the abbreviated approximation

$$\text{tg}V = \sqrt{\frac{\gamma - \beta}{\beta - \alpha}}$$

be used.

I have therefore recalculated the said angles, which are now given below together with the misprints:

p. 214 l. 17 and 29,	read: quantitative
p. 220 l. 31	» : quantitative
p. 224 l. 38 and p. 225 l. 1	» : $2V = (-) 85^\circ 04'$ (recalculated) and omit from » i. e. » to » in question»
p. 227 l. 24	» : almandite
p. 241 l. 28	» : $\text{NiO} = 0.05$
p. 243 l. 33	» : $2 V_{\text{Na}} (\text{Cal}) = (-) 83^\circ 47'$ (recalculated)
p. 247 l. 22	» : CARSTENS
p. 249 l. 4	» : $\rho > v$

- p. 250 l. 13 read: CARSTENS
- p. 252 l. 16 » : CARSTENS
- p. 259 l. 26 » : pegmatitic
- p. 264 l. 4 » : $2 V_{na} = 56^{\circ}18'$ (recalculated) $2 V_{na} = 55^{\circ}46'$
- p. 274 l. 27 » : $2 E = 62^{\circ}$
- p. 277 l. 5 » : la magnétite a cristallisée
- p. 302 l. 25 » : IV
- p. 315 l. 17 » : Omit from ›with› to ›agreement›
- p. 317 l. 23 » : $2 E = 40^{\circ}$
- p. 320 l. 26 » : have been observed secondarily
- p. 327 l. 37 » : Microcline
- p. 334 l. 6 » : $3 MgFeSi_2O_6$
- p. 347 l. 11 » : magma
- p. 349 l. 20 » : $2 V_{550} = -77^{\circ}05'$
- p. 353 l. 39 » : any large proportions of alumina
- p. 357 l. 7 » : when discussing the diopsides containing fluorine, I have overlooked the blue pyroxene from Långbanshyttan, described by FLINK (3. p. 202).
- p. 358 l. 30, 31 » : $2 V_{na} (Obs) = -41^{\circ}51'$ $2 V_{na} (Cal) = -42^{\circ}34'$ (recalculated)
- p. 362 l. 3 » : $(\beta - \alpha)_{na} (Obs) = 0.0057$ $(\beta - \alpha)_{na} (Cal) = 0.0051$
- p. 377 l. 33 » : $\rho > v$
- p. 380 l. 38 » : $26^{\circ}25'$ $26^{\circ}34'$ $27^{\circ}30'$ $25^{\circ}52'$
- p. 381 l. 27 » : Fe_2O_3
- p. 394 l. 32 » : with the continued penetration
- p. 399 l. 4 » : $MgO-SiO_2$ melting-diagram
- p. 399 l. 16 » : Sedimentary
- p. 402 l. 13 » : Stockholm 1820.
-

Petrographical and Chemical Observations on the Hälleflintas of the Dannemora Mining Field

By

ERIK NYSTRÖM.

Contents.

	Page
Introduction	761.
Petrographical and Chemical Description	762.
The porphyritic Hälleflinta	762.
The striped Hälleflinta	764.
The Felsite Porphyry	769.
The Predominance of Potassium over Sodium in the Dannemora rocks	771.

Introduction.

It is well known that the central Swedish ore-deposits are as a rule connected with a certain characteristic geological formation, viz. the so-called leptites (also named granulite or hälleflinta), a quartz-felspar rock, petrographically most often of a quartz-porphyrritic composition.

The Dannemora ore deposits form no exception to this rule. They are situated in the province of Uppland, 100 kilometres north of Stockholm, inside a leptite-district, which has approximately a North—South extension, with a width varying between 0.5 km and 10 km and having ramifications eastwards as well as westwards. The length of the leptite belt is about 45 km and its area 150 square kilometres.

Since very remote times this district has been of great importance for the mining activities in Sweden, and it is many years since Swedish and foreign scientists began to occupy themselves with geological problems in the Dannemora region. About the middle of last century A. ERDMANN published a detailed geological description of the mines, and in 1878 A. E. TÖRNEBOHM completed his examination of Dannemora, which resulted in a geological atlas and description.

In 1893 and 1895 O. NORDENSKJÖLD published his important essays on the Swedish hälleflintas, and Dannemora was also subject to his study from a genetical point-of-view (Bull. Geol. Inst. of Upsala, Vol. I, 1893 and G. F. F. Bd 17. 1895).

In 1910 HJ. SJÖGREN published a short description of the geology of the Dannemora region as guide for the excursion of the International Geological Congress (Livres-guides des Excursions n:r 27).

G. T. LINDROTH (S. G. U. Årsbok 1915) published »Geologiska och petrografiska studier inom den järnmalmsförande formationen omkring Ramhäll», concerning a group of mines in the neighbourhood of Dannemora, which essay also contains numerous observations of interest relative to the Dannemora problems.

The same author in Jan. 1919 published in G. F. F. »Om granatens natur uti de mellansvenska malmfyndigheternas skarnbildningar», an essay dealing with the garnet in the »skarn» or gangue usually accompanying the Swedish ore-deposits. This pamphlet is also of interest for the Dannemora examinations.

Regarding the present work it was thought that a chemical study of certain features within the leptite formation might throw some more light on the several problems in hand.

To Miss NAIMA SAHLBOM, Ph. D. is due a thankful appreciation of her usual care in executing the chemical analyses published here below.

Petrographical and Chemical Description of the Rocks.

The porphyritic Hälleflinta.

By far the greater mass of hälleflinta or leptite at Dannemora belongs to a dense porphyritic type. This has in itself by no means a uniform appearance, but may vary much, specially in colour and in quantity and quality of phenocrysts.

It seems that the most common variety of hälleflinta at the Dannemora mines is the grey porphyritic kind, which contains macroscopically visible phenocrysts of quartz. In the vicinity of the ore-bodies this hälleflinta is often of a darker grey to nearly black colour.

The outward appearance of the hälleflinta is that of a porphyritic rock with a dark-grey, dense groundmass of conchoidal flinty fracture. The phenocrysts are here composed of quartz and the largest are usually not more than 1 mm in diam.; the quartz

appears as dark, semi-transparent, shining, rounded patches in the dense groundmass.

Under the microscope a slide of this rock shows, in a groundmass of minute felspar ($n < \text{Canada-balsam}$) and quartz particles of most irregular size and contour, numerous phenocrysts of quartz of very different size, which show jagged contours and undulose extinction. As a rule these phenocrysts consist of one rounded or somewhat polygonal individual, not infrequently they contain inclusions of numerous small crystals of quartz or flakes of muscovite.

Large crystals of felspar are not present in this rock, but it is well known that such may appear in other localities in the mines.

There is a fair amount of muscovite, biotite, and chlorite in the groundmass. Magnetite is fairly abundant (see analysis). One may also find scattered here and there a uniaxial highly di-chroitic mineral showing absorbtion colours between brownish-violet and darkblue. This is tourmaline; its occurrence may be explained by the presence of the granite not far away.

MISS NAIMA SAHLBOM has undertaken a chemical analyses of this rock. The resultat is given in Tab. I.

Tab. I.

Quartz-studded Hälleflinta from the Central Field. 30 metres from Örnars shaft.

	%	Mol. prop.	Mol. %	Norm
SiO ₂	73.24	121.46	80.3	Qu = 51.87
TiO ₂	0.12	0.15	0.1	Or = 21.76
Al ₂ O ₃	12.75	12.48	8.3	Ab = 4.16
Fe ₂ O ₃	2.98	1.87	—	An = 1.70
FeO	3.14	4.37	5.4	Cor = 7.34
MnO	0.16	0.23	0.1	$\Sigma \text{sal.} = 86.88$
MgO	1.41	3.50	2.3	MgSiO ₃ = 3.52
CaO	0.34	0.61	0.4	(Fe, Mn) SiO ₃ = 3.41
Na ₂ O	0.49	0.79	0.5	Magn. = 4.34
K ₂ O	3.67	3.90	2.6	Ilm. = 0.23
P ₂ O ₅	0.04	0.03	—	Ap. = 0.09
H ₂ O(105°)	1.19	—	—	$\Sigma \text{fem.} = 11.59$
	99.53	—	100.00	

American System: 1:2:1:2 = Subrang 2 of *Dargase*.

OSANN'S System:

s	A	C	F	a	c	f	n
80.4	3.1	0.4	7.8	5.5	0.7	13.8	1.6

The chemical analysis indicates as the microscope has already proved a highly acid rock, rich in free quartz. It has the composition of a quartz porphyry (see Rosenbusch: *Elemente der Geosteinslehre*, 1910 page 316, anal. N:o 1). We notice that in typical rocks of this kind K_2O is most often the dominant alkali. The contents of water is probably of secondary nature and indicates muscovite, chlorite and may be kaolinite. The latter cannot however be found under the microscope.

The structural impression of the slides is that of a tuffogenous rock, and this conclusion is strengthened by comparison with other typical tuffitic rocks. The manner of distribution of the minerals shows what may be termed a chaotical disorder.

The striped Hälleflinta of Dannemora.

Whereas the porphyritic hälleflinta occupies the major part of the district and in a sense encloses almost completely the limestone and other hälleflintas, the latter, viz. the compact and striped varieties, form as a matter of fact only a local development or phase of a very limited area near the limestone.

The best known of these local rocks is the striped hälleflinta, which is specially well developed in the Northern Field. This handsome rock is well known from petrographical collections and museums; it is distinguished by wider or narrower seams of different colours. These may be black and white; dark grey and light grey; red and black or green and black. Most frequent is the dark grey and light grey variety. The stratification may be regularly alternating; or there may be irregularities, ramifying etc. Sometimes the stripes are straight, sometimes bent and curved in a fantastic manner, showing snake-like loops and curves. Part of one specimen may have fairly straight seams, the other part has stripes of wavelike curvature.

Sometimes the dark stripes seem to be quite broken up in small fragments; most of these irregularities and fracturing are probably the result of early local disturbances, local metamorphism and pressure.

The dark stripes are mostly sharply defined and show up distinctly against the light ones; but not infrequently there is a certain »shading-off», making the stripes pass into each other almost imperceptibly.

A microscopic examination of the striped hälleflinta reveals the following facts:

1) The light-coloured stripes:

The main mass consists of very minute particles of quartz and felspar of irregular size and contour. Fairly evenly distributed throughout the mass are a number of agglomerates of small crystals of rather high refringence but low birefringence; these were found to be zoisite. Here and there are small and large grains of calcite (see analysis). There are no large fragments of quartz

2) The dark-coloured stripes:

These present an aspect quite different to the above. Using first a low magnification, one sees banded zones of darker and lighter grey: for example one zone slightly shaded by very small dark fragments which get more and more frequent in a certain direction until the whole zone is strongly shaded by them; then begins a new stripe consisting of a light coloured groundmass interspersed by dark particles much larger than in the above mentioned zone. Using a higher magnification it is realized that the dark particles consist of agglomerates of zoisite crystals.

The groundmass consists as in 1) of minute particles of felspar, but small quartz fragments, not idiomorphous, of vague outline are also frequent. This was not the case in the light-coloured sample (see also analysis Table III). Specks and flakes of muscovite are common throughout the mass (see potassium in analysis) but if there is also biotite it occurs in so minute particles as not to be seen in the microscope. A further difference from the light coloured stripes is the not infrequent presence of rather large but macroscopically invisible phenocrysts of quartz of irregularly rounded contour. These have a very crushed appearance, showing undulose extinction and many fissures and cracks. Grains of magnetite and very little calcite is also visible under the microscope.

The zoisite agglomerates are naturally of secondary nature and owe their origin to crystals of plagioclase in the unaltered rock which has probably been a tuffaceous sediment with fragmental crystals of felspar and a little quartz.

The following analyses of striped hälleflinta have been executed by Miss NAIMA SAHLBOM.

The specimens were: one of a very light greyish pink stripe almost white colour, the other of a very dark grey stripe. The samples originate from the Northern field of Dannemora:

Tab. II.
Light stripe in Hälleflinta.

	%	Mol. Prop.	Mol. %	Norm	
SiO ₂	73.68	122.19	79.8	Q = 35.08	
TiO ₂	0.12	0.15	0.1	Or = 36.84	
Al ₂ O ₃	12.67	12.40	8.1	Ab = 10.94	58.16
Fe ₂ O ₃	1.96	1.23	—	An = 10.38	
FeO	—	—	1.6	Σ sal. = 93.24	
MnO	0.00	—	—		
MgO	0.39	0.97	0.6	Fe SiO ₃ = 1.28	
CaO	3.52	6.28	4.1	MgSiO ₃ = 0.97	
Na ₂ O	1.29	2.08	1.4	CaSiO ₃ = 2.97	
K ₂ O	6.22	6.60	4.3	Ilm. = 0.23	
P ₂ O ₅	—	—	—	Haem. = 0.91	
CO ₂	0.16	—	—	Σ fem. = 6.36	
H ₂ O (105°)	0	—	—		
	100.01		100.00		

American System: 1:3:3:2 = Subrang 2 of *Riesenease*.

OSANN'S System:

s	A	C	F	a	c	f	n
79.9	57	4.1	2.2	9.5	6.8	3.7	2.5

The percentage of ferrous oxide has not been determined, but in the column for mol. % the total contents of iron oxide have been calculated as FeO.

In the analyses the light grey stripe is somewhat richer in alumina, lime and alkali (both K₂O and Na₂O) than the dark one. It is hard to explain here the darker colour except by two reasons: The loss at ignition, which is zero in Tab. II and 0.44 in Tab. III; this may indicate presence of carbon. A test for this element has not been made, but we know from HOLMQUIST'S work (*Archean Geology*, G. F. F. 32) that carbon is by no means rare in hälleflintas of dark colour (see HOLMQUIST'S analysis No. 6 = 1.46 % C and No. 14: 1.36 %). The other reason may be preponderance of magnesia, revealing perhaps presence of biotite minutely dispersed as darkening pigment.

Regarding the nature of the difference between the dark and light stripes we find in the literature a great diversity of opinions.

TÖRNEBOHM (*Beskrivning till geologisk atlas över Dannemora gruvor*, Stockholm 1878) gives the reason as variation of a certain

Tab. III.
Dark stripe in Hälleflinta.

	%	Mol. Prop	Mol. %	Norm	
SiO ₂	76.85	127.44	82.8	Qu = 44.28	
TiO ₂	0.09	0.11	0.1	Or = 35.45	} = 50.85
Al ₂ O ₃	11.89	11.15	7.2	Ab = 4.16	
Fe ₂ O ₃	1.81	1.13	—	An = 11.24	
FeO	—	—	1.5	Σ sal. = 95.13	
MnO	0.09	0.13	0.1		
MgO	1.04	2.58	1.6	MgSiO ₃ = 2.58	
CaO	2.26	4.03	2.6	MnSiO ₃ = 0.17	
Na ₂ O	0.49	0.79	0.5	Haem. = 1.72	
K ₂ O	5.98	6.35	4.1	Ilm. = 0.17	
P ₂ O ₅	—	—	—	Σ fem. = 4.64	
CO ₂	—	—	—		
Ign. Loss	0.44	—	—		
	100.44	—	100.00		

American System: I:3:2:1 = Subrang 1 of *Alsbachase*.

OSANN's System:

s	A	C	F	a	c	f	n
82.4	4.6	2.6	3.2	8.8	5.0	6.2	1.1

»green mineral» (chlorite, amphibole) or absence or presence of »red pigment» or lastly presence of calcite. I have found that the latter is undoubtedly a common, though not universal cause of striping. Sometimes, as H_r. SJÖGREN says; »the calcite enters so largely as to form bands chiefly consisting of calcareous material».

P. J. HOLMQUIST (Archean Geology) has given attention to this phenomenon with regard to certain hälleflintas from Utö in the archipelago of Stockholm. Referring to the banded leptite of Lilla Sillvik he says: »It shows an excellent bedded structure, caused by the regular alternating of dark grey and light grey layers of leptitic material of somewhat different composition.»

For HOLMQUIST's paper the following analyses of light grey and dark grey stripes of the *Utö* leptite were made by R. MAUZELIUS:

	Light grey stripe Analysis No. 7	Dark grey stripe Analysis No. 8
SiO ₂	76.92	73.99
TiO ₂	0.15	0.14
Al ₂ O ₃	14.52	14.47

	Light grey stripe Analysis No. 7	Dark grey stripe Analysis No. 8
Fe ₂ O ₃	0.31	0.43
FeO	0.65	1.71
MnO	—	0.05
MgO	0.53	0.99
CaO	1.32	3.84
Na ₂ O	1.36	2.86
K ₂ O	3.02	1.15
H ₂ O	1.27	0.51
P ₂ O ₅	0.03	0.64
CO ₂	—	—
BaO	0.08	Trace
S	—	Trace
	100.16	100.17

These figures indicate that as far as concerns Utö the light grey part is richer in silica and potash, but poorer in soda, lime, magnesia and oxides of iron than its dark grey partner.

HOLMQUIST's calculation on the mineralogical composition of the two analyses give the following relations between the main constituents:

	Light grey	Dark grey
Quarz	44 %	36 %
Ortoclase	18	7
Albite	11	24
	} = 29 %	} = 31 %
Metasilicases of Fe, Mg, Ca	5	13
Al ₂ O ₃ · 2 SiO ₂	20	19
Fe ₃ O ₄	0.5	0.5
H ₂ O	1.5	0.5

Microscopical examination of the Utö samples revealed quartz, feldspars, biotite and muscovite as main constituents. The darker colour is connected with an abundance of biotite.

Regarding the manner in which the striped hälleflinta has originally been formed, facts point towards the theory that it has been laid down through sedimentation. That the layers of striped hälleflinta were formed in water admits of but little doubt. The very frequent alternation of stripes of »flinta» with calcite, even until layers as thin as paper, points towards such a formation. Also the very regular and parallel manner in which the whole system appears. Under the microscope I have been able to notice

the same arrangement. These observations underline the theory of watery deposition.

Still another and important proof can be found in the chemical analysis of the striped hälleflintas (Tab. II and III). Compare the amount of lime in these two tables with the normal porphyric quartz-stained eruptive hälleflinta Table I and it will at once be noticed the immense preponderance of lime in the former specimens.

As ROSENBUSCH points out (*Elemente der Gesteinslehre* 1910 page 626) in his discussion on the hälleflintgneiss from Westanå (Analysis: $\text{CaO} = 4.33\%$; $\text{Na}_2\text{O} = 1.31\%$; $\text{K}_2\text{O} = 3.59\%$): the proportion between the alkalies to each other and to lime indicate a not inconsiderable admixture of limestone sediment to the original tuff. The parallelism with the Dannemora samples is striking.

The Felsite Porphyry.

It is well known that numerous dikes of intrusive rocks cut through the Dannemora field in various directions. Their mineralogical composition may be of an acid or basic nature. To the former type belong the dikes of Felsite Porphyry.

As already TÖRNEBOHM has pointed out (op. cit.) these dikes occur in two different ways. The may be »upright» or »flat»; the former run in a direction of WNW—ESE and cut across the main strike direction of the field. The latter run almost N—S with varying but mostly inconsiderable dip towards W and consequently cut across the general dip of the ore-bodies. TÖRNEBOHM's interpretation of this is that all the dikes have originally been vertical or nearly so; when pressure and folding ensued, the dikes parallel to the axis of folding (SSW—NNE) have been tilted 90° and therefore assumed a flat position, whereas the dikes running WNW—ESE have remained vertical.

It is known that these felsite porphyries may be of different mineralogical composition. The phenocrysts may be felspar or quartz, or both. Having examined numerous slides from different localities, it seems to me that the quartz-stained species are generally in majority.

Macroscopically the felsite porphyries all appear as dark-grey or perhaps somewhat brownish, dense, porphyritic rocks with somewhat flinty fracture; and indeed when there are quartz phenocrysts present, the resemblance with the quartz-stained hälleflinta is so great, that macroscopically they can hardly be distinguished from each other.

In the microscope we notice, as has already been stated, a composition, which often differs in samples from different dikes.

They have all a groundmass of irregularly placed crystals of felspar and quartz (felsitic appearance). Small flakes of muscovite can be seen and there are streaks where the felspar supervenes and others where muscovite is more abundant. Patches of biotite are also frequent.

The phenocrysts, (in our sample almost exclusively quartz), are all single individuals sometimes with crystallographical outline. But more often they have indentations of rounded form (pockets) or one side of a phenocryst may show this appearance and the other side may have its normal hexagonal contour. The quartz shows often an undulose extinction, showing the pressure to which this rock has been subjected. Cracks and fissures in the quartz caused by the same force are also numerous.

The distribution and size of the phenocrysts is very irregular and though this is certainly an intrusive rock, it must be admitted that its appearance under the microscope is similar to the above described tuffogenous rocks.

Miss SAHLBOM has analyzed a specimen of the Felsite Porphyry dike of 213 M. level at the boundary between Kungs- and Svea-Mine, Dannemora Central Field; the identical dike which was specially marked (F. P.) for visitors at the Geological Congress of 1910. We find the analysis here below:

Tab. IV.
Felsite Porphyry, Central Field, Dannemora.

	%	Mol. prop	Mol. %	Norm
SiO ₂	74.84	124.11	81.5	Qu = 41.87
TiO ₂	0.09	0.11	0.1	Or = 26.57
Al ₂ O ₃	15.00	14.68	9.6	Ab = 19.22
Fe ₂ O ₃	0.79	0.49	—	An = 2.59
FeO	1.56	2.17	2.1	Cor = 5.46
MnO	0.24	0.34	0.2	Σ sal. = 95.69
MgO	0.18	0.45	0.3	MgSiO ₃ = 0.45
CaO	0.52	0.93	0.6	(Fe, Mn) SiO ₃ = 2.52
Na ₂ O	2.26	3.65	2.5	Magn. = 1.14
K ₂ O	4.48	4.76	3.1	Ilm. = 0.17
P ₂ O ₅	trace	—	—	Σ fem. — 4.28
H ₂ O (105°)	0.52	—	—	
	100.48	—	100.0	

American System: 1:3:1:3 = Subrang 3 of *Alaskase*.

OSANN'S System:

s	A	C	F	a	c	f	n
81.6	5.6	0.6	2.6	12.7	1.4	5.9	4.5

The analysis shows a highly acid and rather quartzy rock of a composition similar to the porphyric hälleflinta (Tab. I) and like this its nature therefore corresponds with a real quartz porphyry.

Taking into consideration the chemical resemblance and the close vicinity between the two rocks, one is apt to come to the conclusion that the dikes of felsite porphyry represent the last phase of that volcanic activity which caused the issue of those large masses of tuff and lavas which solidified into hälleflinta.

The Predominance of Potassium over Sodium in the Dannemora rocks.

In G. T. LINDROTH's »Den j  rnmalmsf  rande formationen omkring Ramh  ll» (S. G. U.   rsbok 1915) we find several analyses of leptites (hälleflintas) from the Ramh  ll and Stenring fields, which are situated not far from Dannemora (The Ramh  ll Mines are 12 km SE; Stenring 9 km S of D.)

In these analysis of leptites, four (4) in number, there is not one in which the contents of sodic oxide does not greatly predominate over the potassic oxide.

In our analysis from Dannemora there is, on the contrary, not one in which the same relations holds good. In all our analyses there is a distinct, often considerable, preponderance of potassium.

LINDROTH's tables show:

Tab. I	Tab. II	Tab. III	Tab. IV
Porphyr. Leptite from Ramh��ll	Porphyr. Leptite with myrme- kitic structure from Ramh��ll	Porphyr. Leptite from Stenring	Banded Leptite with amphibole. stripes
Na ₂ O 5.97 %	5.90 %	4.50 %	3.80 %
K ₂ O 0.51	0.73	0.40	2.48

Our tables from Dannemora:

I	II	III	IV.
Porphyric hälleflinta	Light stripe	Dark stripe	Felsite por- phyry
Na ₂ O 0.49 %	1.29 %	0.49 %	2.26 %
K ₂ O 3.67	6.22	5.98	4.48

HJ. SJÖGREN, H. E. JOHANSSON and NAIMA SAHLBOM (Chemical and Petrographical Studies on the ore-bearing rocks of Central Sweden, (G. F. F. Bd 36, 1914) have under discussion several samples of hälleflintas (here called »granulites») from Filipstads Bergslag in Western Central Sweden. These authors have analysed nine samples from different localities and come to the conclusion that the analysed rocks belong chiefly to three divisions: one very extreme in soda, another equally extreme in potash and a third more intermediate in character. In fact there are represented in this series some of the purest soda- as well as potash-rocks ever analysed.

In one respect our analyses of hälleflinta agree with the tables of the three aforementioned authors and that is the strange character of the rocks from a chemical standpoint. They are as these authors point out regarding their own samples, extreme in composition and we find therefore, if the system of Washington (the »American System») be applied, that the striped hälleflintas have as yet no name in that system.

Akrochordit,

ett nytt mineral från Långbans gruvor.

Av

GUST. FLINK.

N:o 1 i »Lista på mineral från Långban, som kräva undersökning»,¹ avser det mineral, som här skall närmare skrivas. Det bildar kul- eller vårtformiga aggregat av radiallyt sammanväxta kristall-individer och har därför erhållit ovanstående namn, härlett av *ακροχρῶδες*, vårta. Visserligen är egenskapen att genom regelmässig sammanväxning av subindivider bilda dylika aggregat icke utslutande tillkommande detta mineral, utan kan sägas vara ganska vanlig inom mineralriket, men då den hittills icke tyckes vara utnyttjad vid namngivning, så torde det icke vara obefogat att här så sker, då just denna egenskap är den, som till det yttre mest karakteriserar mineralet.

Akrochorditen, som tillhör de mer sällsynta mineralen, fanns för 6—7 år sedan i arbetsrummet »Japan», på ett djup av ca. 100 meter bland Långbansgruvorna. Hela förrådet som blev tillvarataget, består av 7 mindre stycken och skärvor. Det förekommer i druser jämte andra mineral på underlag av en mycket oren, småkornig dolomit med tätt inströdda, minimala fjäll av manganofyll samt stofffint, i strimmor anhopat malmmineral, huvudsakligen hausmannit. På detta underlag förekomma pyrokroïtkristaller rätt rikligt och av en typ, som eljest icke är iakttagen. De bilda kristalltavlor, som ofta visa en randbegränsning av glänsande prismaytor samt i övrigt matta basis- eller lågt romboedriska ytor, som genom buktighet övergå i varandra. Dessa pyrokroïtkristaller utmärka sig även genom en ovanlig beständighet gentemot den eljest snabbt inträdande omvandlingen. En del av dem bibehålla ännu delvis en viss genomskinlighet. Pyrokroïtdruserna genomsättas av enstaka tungspatstavlor, som tydligen äro äldre än pyrokroiten, varemot små kalkspatskristaller, som förekomma helt sparsamt, äro yngre. Pyrokroïttavlorna äro mest översållade av ett pärlgrått, eller svagt brunaktigt mineral, som bildar små kristallfjäll vilka än äro jämnt

¹ Dessa Förhandl. Bd. 41, s. 195.

utbredda på underlaget, än bilda små, kulformiga, luckra grupper. Detta ännu ej undersökta mineral torde vara identiskt med n:o 46 i ovan nämnda lista.

De särskilda akrochorditaggregaten äro nästan anmärkningsvärt regelmässigt halvklotformiga och hålla högst 7 mm i tvärmått. Stundom äro dock två eller flera sammanväxta, varigenom regelmässigheten i viss mån upphäves. De sitta anväxta på eller mellan pyrokroit- eller tungspatskristaller, vars kanter och hörn ofta omslutas av dem. Akrochodriten är således tydligen yngre än de båda andra mineralen. Däremot kan tvekan råda beträffande åldersföljden mellan huvudmineralet och den tredje följeslagaren, det pärlgrå, fjälliga mineralet, då intetdera intar superposition till det andra. Det sistnämnda förekommer tämligen jämnt utbrett på såväl pyrokroiten som tungspaten, men däremot icke på akrochoditen, varav dock icke med säkerhet kan slutas till, att denna är yngre: det sannolika är väl, att de äro ungefär samtida bildningar.

Makroskopiskt visa aggregaten i ytan en matt, sammetsartad struktur, som under mikroskopet framträder såsom betingad av småindividernas framspringande kristallspetsar. Dessa äro tydligt fyrytiga med (skenbart) rombisk symmetri och konturvinklarna mellan de diametrala polkanterna har kunnat fastställas till resp. 104° och 76° vilka värden egendomligt nog just är varandras supplementer. Härur skulle ett rombiskt axelförhållande kunna härledas. Men den optiska orienteringen visar otvetydigt hän på lägre symmetri, varigenom dessa vinkelvärden bli otillräckliga för beräkningen av mineralets kristallografiska konstanter.

Mineralet repas av apatit, men icke av flusspat, vadan hårdheten = 4.5. Någon klyvbarhet kan makroskopiskt icke påvisas. Visserligen är radial stänglighet tydlig på brottytor genom aggregaten, men att frigöra enskilda stänglar från varandra synes icke vara möjligt och vid krossning erhållas endast oregelmässiga splittror. I tunnslipat preparat däremot visa sig ofta fina sprickor, mest ungefär vinkelrätt mot stänglarnas längdriktning och även, ehuru mindre tydligt, parallellt med denna riktning, varför det är sannolikt att mineralet är klyvbart, ehuru mindre utprägladt, i två mot varandra ungefär vinkelräta riktningar.

Även färgen på detta mineral besitter en viss självständighet och låter sig icke lätt fixera — dock torde den närmast vara att beteckna som rödbrun med någon dragning åt gult. De hela aggregaten visa ofta en tydlig ehuru svag genomsiktighet, som i någon mån erinrar om den hos hyalit. En sammetsartad struktur hos kulornas naturliga yta är förut påpekad. På brottytor är

mineralet matt med gråaktig färg, som dock fördelar sig på koncentriska zoner med något olika mörka och ljusa nyanser. Mikroskopiskt preparat är nästan färglöst och utan märkbar pleokroism.

Professor P. QUENSEL har haft vänligheten utföra en del optiska bestämningar, såvitt sådana varit möjliga på detta för dylika undersökningar svårtillgängliga material och arbetet har därvid varit begränsat till iakttagelser på de minimala kristallspetsar, vilka framskjuta vid omkretsen av preparat, som orienterats genom centrum i vanligt kulformigt aggregat. Alla individer måste antagas här vara orienterade med c-axeln radierande från centrum, men i övrigt kunna inta vilket läge som helst kring denna axel. I sådana snitt som här släcka parallellt, alltså sammanfalla med pinakoiden {100}, är den optiska X-riktningen sammanfallande med b-axeln, preparatets tangentialriktning. I sådana snitt åter, som visa maximum av utsläckningssnedhet, ca. 40°, alltså sammanfallande med pinakoiden {010}, är det den optiska Y-riktningen, den optiska normalen, som ligger närmast c-axeln, så att Z-riktningen bildar ca 50° på motsatta sidan av samma axel. Mineralet är sålunda monoklint, med optiska axelplanet vinkelrätt mot symmetriplanet, $X = b$, $Y : c = 40^\circ$. Dispersionen: $\rho < 1$.

Specif. vikten är genom vägning i bensol funnen = 3.194.

Kemisk analys på akrochorditen är utförd av dr G. Karl Almström, som därom meddelar: »Mineralet löser sig lätt och fullständigt i utspädd svavelsyra, varvid manganoxidföreningen övergår i permanganat, som rödfärgar lösningen. Härav framgår, att hela arsenikmängden förefinnes i femvärdigt stadium. Vid upphettning avger mineralet vatten och färgas gråsvart. Vid analysen användes resp. 0.2233, 0.2607 och 0.2169 gr. substans.»

Analysen gav följande resultat.

	I	II	III	Medeltal
As ₂ O ₅	33.65	33.36	—	33.51
P ₂ O ₅	—	0.42	—	0.42
MnO	38.98	—	—	38.98
Mn ₂ O ₃	—	0.50	—	0.50
FeO	—	0.46	—	0.46
CaO	0.99	—	—	0.99
MgO	6.94	—	—	6.94
K ₂ O	—	0.55	—	0.55
Na ₂ O	—	1.18	—	1.18
H ² O	—	—	16.78	16.78
				100.81

Efter frånräkning av en ringa förorening av $\text{Mn}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, blir sammansättningen $\text{As}_2\text{O}_5 \cdot 4 \text{MnO} \cdot \text{MgO} \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$.

	Funnet			Beräknat
As_2O_5	33.51	0.146	1	34.7
P_2O_5	0.42	0.003		
MnO	38.98	0.551	3.8	42.8
FeO	0.46	0.006		
CaO	0.99	0.016		
MgO	6.94	0.122	1.2	6.1
K_2O	0.55	0.006		
Na_2O	1.18	0.019		
H_2O	16.72	0.929	6.4	16.4
	99.75			100.0

Mineralet kan alltså uppfattas som ett $\frac{2}{3}$ -basiskt hydroarseniat av Mn och Mg, eller



Någon full motsvarighet härtill torde icke vara känd. Närmaste likhet i sammansättningen synes förefinnas hos mineralen tyrolit och eukroit, i vilka båda dock koppar ingår som basisk huvudbeståndsdel. Det förra är likaledes $\frac{2}{3}$ -basiskt, men med 7 H_2O , det senare $\frac{1}{3}$ -basiskt med 6 H_2O . Båda äro rombiska. Sannolikt förefinnas icke någon närmare relation mellan dem och akrochorditen.

Summary.

Akrochordite, from $\alpha\chi\rho\chi\omicron\rho\delta\acute{\omega}\nu$, a wart; the individuals grouped in wartlike aggregations. Found in the »Japan» working of the Långban mines. Not macroscopically crystallized, but in very small individuals, grouped in spherical forms. Colour redbrown-yellowish subtranslucent, optically monoclinic, axial plane perpendicular to plane of symmetrie, optical normal, Y, inclined to the vertical axis about 40° . Hardness = 3.5. Specific gravity = 3.194. Composition: $\text{As}_2\text{O}_5 \cdot 4 \text{MnO}$, $\text{MgO} \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$, requiring: As_2O_5 —34.7, MnO—42.8, MgO—6.1, H_2O —16.4.

Förteckning

Över svensk geologisk, paleontologisk, petrografisk och mineralogisk litteratur för år 1921.

[(Jämte äldre tillägg.)]

Av

FR. E. ÅHLANDER.

(Uppsatser i Geol. För. Förhandl. äro ej upptagna. Anmärkningar och kompletterande uppgifter mottagas tacksamt av FR. E. ÅHLANDER, under adress: Arbetarbiblioteket, Barnhusg. 14, Stockholm. † efter en uppsats anger, att jag ej sett uppsatsen i fråga.)

- AHLMANN, H. W:SON. Geomorfologiske iagttagelser fra Vestlandet. — Norsk Geol. Tidsskr., Kristiania, Bd 5 (1918—1919) 1920, s. 386—389.
- Den skandinaviska bergskedjans fortsättning över nordligaste Grönland. — Ymer, Sthlm, Årg. 41, 1921, s. 80—84, 1 textfig.
- AMINOFF, G. Über Lauephotogramme und Struktur von Zinkit. — Zeitschr. Krystallogr., Leipzig, Bd 56, 1921, s. 495—505, 5 textfig.
- Über die Struktur des Magnesiumhydroxydes. — Ibid., s. 506—509.
- & PHRAGMÉN, G. Lauephotogramm und Struktur des Iridosmiums. — Ibid., s. 510—514, 4 textfig.
- ANDERSSON, G. Se Nathorst, A. G.
- ANDERSSON, J. G. The national geological survey of China. — Geogr. Ann., Sthlm, Bd 3, 1921, s. 305—310, 2 textfig.
- ANRICK, CARL JULIUS. Karta över Sveriges åkerareal. Skala 1 : 1.000.000. Sthlm 1921.
- Beskrivning till karta över Sveriges åkerareal. — Sthlm. Sv. Geol. Unders., Ser. Ba, Nr 10, 1921, 81 s., 1 karta, 15 textfig.; eng. res. s. 79—81.
- ARRHENIUS, OLOF. The hydrogen ion concentration of Egyptian soils and the reclamation of alkaline land. — The Cairo Scient. Journ., Alexandria, Vol. 10, 1921, s. 1—18. †
- ATTERBERG, A. Die Plastizität und Cohärenz der Tone und Lehme. — Chemiker-Zeitung, Cöthen, 34, 1910, s. 369—377, 3 textfig. †
- AURÉN, TYCKO E:SON. Absorption of X-rays in crystals. — Sthlm, Medd. Vet.-Akad. Nobelinst., Bd 4, N:o 10, 1921, 6 s.
- BARTHEL, CHR. Salpeterbildningen i jorden. [Ref. efter föredrag.]. — Svenskt Land, Sthlm, Årg. 5, 1921, s. 4—6, 6 textfig.

- BAUMAN, A. Bidrag till torfmarkslärans belysning från praktisk jordbruks-synpunkt. — Sv. Mosskulturför. Tidskr., Jönköping, Årg. 35, 1921, s. 150—160.
- BERGH, SVEN V. Bidrag till kännedomen om våra bituminösa skiffrar i och för deras rationella utnyttjande. — Tekn. Tidskr., Sthlm, Årg. 51, 1921, Veckouppl., s. 13—16, 5 textfig.
- BERZELIUS, JAC. Se Breve.
- Beskrivning till Kartbladet Uppered. — Sthlm, Sv. Geol. Unders., Ser. D. N:o 52, 1921, XVI + 34 s.; härtill karta.
Rekognosceringen utförd av E. Granlund, B. Halden, L. v. Post o. N. Willén. Registret utarb. av L. v. Post o. N. Willén.
- Breve til og fra J. G. Forchhammer. 1. J. G. Forchhammer og Jac. Berzelius 1834—1845. Udgivne av Ad. Clément. — Kbhvn, Mus. Minér. et Géol. de l'Univ., Miscellanées N:o 3, 1920, 28 s.
- BÄCKSTRÖM, HANS L. J. On the solubilities of calcite and aragonite. — Sthlm, Medd. Vet.-Akad. Nobelinstit., Bd 4, N:o 11, 1921, 11 s., 1 textfig.
- CREDNER, WILHELM. De Geers Chronologie der Spät- und Portglazialzeit, ihre Entwicklung und nunmehrige Erweiterung auf Nordamerika. — Peterm. Geogr. Mitt., Gotha, Jahrg. 67, 1921, s. 124—125.
- DANNEMANN, FR. Die Eisenerzschätze des nördlichen Skandinaviens. — Kosmos, Stuttgart, 8, 1911, s. 207—209, 1 karta i texten.
- DE GEER [Gerard]. The determination of geochronology by a study of laminated deposits. — Science, Newyork, N. S., Vol. 52, 1920, s. 502—503.
- DU RIETZ, G. EINAR. Några iakttagelser över myrar i Torne lappmark. — Bot. Not., Lund, 1921, s. 3—14, 2 textfig.
- ELANDER, RUDOLF. Jorden och dess liv under naturkrafternas inflytande. Allmän geografi. (Natur och Kultur 1). — Sthlm 1921. 8:o. 150 s. 86 textfig.
- ERDTMAN, GUNNAR. Nordhallands skogar och torvmarker och deras utvecklingshistoria. — Vår Bygd, Göteborg 1921, s. 1—5, 3 textfig.
- Pollenanalytische Untersuchungen von Torfmooren und marinen Seditimenten in Südwest-Schweden. — Ark. Bot., Sthlm, Bd 17, N:o 10, 1921, 173 s., 9 tavl., 1 karta.
- Two new species of mesozoic Equicetales. — Ibid., N:o 3, 1921, 6 s., 1 tavl.
- EXNER, FELIX M. Dünen und Mäander, Wellenformen der festen Erdoberfläche, deren Wachstum und Bewegung. — Geogr. Ann., Sthlm, Bd 3, 1921, s. 327—335, 5 textfig.
- FELLENIUS, W. Vågerosionsförsök utförda å vattenbyggnadslaboratoriet vid K. Tekniska högskolan i anslutning till föreliggande förslag till Siljans reglering. — Tekn. Tidskr., Sthlm, Årg. 51, 1921, Veckouppl., s. 325—329, 337—338, 8 textfig.
- FILÉN, THURE. Om Tranås och Säbybygden. Några geologiska, historiska och kulturhistoriska samt geografiska anteckningar. — Linköping 1921. 8:o. VIII + 317 s. †
- FORCHHAMMER, J. G. Se Breve.
- FORSSLUND, KARL-ERIK. »Per Jyntes Höl» och andra grottor i Dalarna. — Dalarnas Hembygdsförb. Tidskr., Hedemora, Årg. 1, 1921, s. 136—139, 4 textfig.

FORSSTRAND, C. Se Nathorst, A. G.

FROSTERUS, BENJ. Nomenklaturen för jordarterna och jordmånerna i de nordiska länderna. — Nord. Jordbruksforsk., København, 1921, Hft. 5—8, s. 145—160.

FRÖDIN, GUSTAF. Über die Geologie der zentralschwedischen Hochgebirge. — Uppsala, Bull. Geol. Inst., Vol. 18, 1921, s. 57—197, 1 karta, 52 textfig.

GEIJER, PER. The cerium minerals of Bastnäs at Riddarhyttan. — Sthlm, Sv. Geol. Unders., Ser. C, N:o 304 [= Årsbok 14 (1920): N:o 6], 1921, 24 s., 5 textfig.

Grafitförekomster i Norrland. — Tekn. Tidskr., Sthlm, Årg. 51, 1921, Kemi & Bergsvet., s. 44—46; disk., s. 45—46.

Recent work on archæan sulphides ores in Fenno-Scandia. — Econ. Geol., Lancaster, Pa, Vol. 16, 1921, s. 279—288.

GRABE, ALB. Bergsvetenskap. — Vetensk. Forskn., Sthlm, 1921, s. 262—271.

GRANLUND, E. Se Beskrivning till kartbladet Upperud.

GRÖNWALL, KARL A. Grundlinjer till sex föreläsningar med ljusbilder om nivåförändringarna i Norden (sommarmarkurserna i Lund 1921). — Lund 1921. 8:o. 16 s., 1 schema.

Skandinaviens historiska geologi. — Vetensk. Forskn., Sthlm, 1921, s. 22—35.

GUSTAFSSON, EMIL. Se Hellsing, Gustaf.

HADDING, ASSAR. Eine neue Röntgenröhre für Debyesche Aufnahme. — Zeitschr. f. Physik, Braunschweig, Bd 3, 1920, s. 369—371, 1 textfig.

De röntgen-kristallografiska apparaterna och deras användniag. — Lund 1921. 8:o. 55 s., 17 textfig.

Röntgenographische Untersuchung von Feldspat. — Lund, Univ. Årsskr., N. F. Avd. 2, Bd 17, N:o 6 [= Fysiogr. Sällsk. Handl., N. F., Bd 32, N:o 6], 1921, 25 s., 1 tavl.

Über die Röntgenkristallographischen Apparate und ihre Leistungen. — Zeitschr. Krystallogr., Leipzig, Bd 56, 1921, s. 423.

Über Störungen der Linienabstände und der Linienbreite bei Debyediagrammen. — Centralbl. f. Miner., Stuttgart, Jahrg. 1921, s. 631 636, 1 textfig.

HALDEN, BERTIL E., Skalguruförekomster i Västerbotten. — Sthlm, Sv. Geol. Unders., Ser. C, N:o 307 [= Årsbok 15 (1921): N:o 2], 1921, 28 s., 1 karta, 7 textfig.

Se Beskrivning till kartbladet Upperud.

HALLE, T. G. On the sporangia of some mesozoic ferns. — Ark. Bot., Sthlm, Bd 17, N:o 1, 1921, 28 s., 2 tavl., 1 textfig.

Se Nathorst, A. G.

HEDE, J. ERNHOLD. Gottlands silurstratigrafi. — Sthlm, Sv. Geol. Unders., Ser. C, N:o 305 [= Årsbok 14 (1920): N:o 7], 1921, 100 s., 2 tavl., 13 textfig.

HELLSING, GUSTAF. Bidrag till kännedomen om de svenska alunskiffrarnas bitumenhalt. — Tekn. Tidskr., Sthlm, Årg. 51, 1921, Kemi & Bergsvet., s. 73—79, 85—87, 89—93, 1 textfig.

GUSTAFSSON, EMIL & HELLSING, GUSTAF. Bidrag till kännedomen om de svenska alunskiffrarnas bitumenhalt. — Ibid., s. 130—132.

- HOLTEDAHL, OLAV. Paleogeography and diastrophism in the atlantic-arctic region during paleozoic time. — Amer. Journ. of Sci., New Haven, Ser. 4, Vol. 49, 1920, s. 1—25, 12 textfig.
- HUBER, WILHELM. Erörterungen über die Küstenhebung Schwedens im 18. Jahrhundert. (Diss. Techn. Hochschule, München). — Augsburg 1916. 8:o. 80 s.
- HULTGREN, AXEL. Metallografisk studie av volframstål. — Sthlm, Jernkont. Ann., Årg. 105, 1921, s. 499—525, 22 textfig.
- VON HUENE, FRIEDRICH. Neue Beobachtungen an Simosaurus. — Acta Zool., Sthlm, Årg. 2, 1921, s. 201—239, 3 tavl., 14 textfig.
- Neue Pseudoruchier und Coelurosaurier aus dem württembergischen Keuper. — Ibid., s. 329—403, 4 tavl., 35 textfig.
- HÖGBOM, A. G. Geologiens utveckling under nittonde århundradet. — Sthlm 1921. 4:o. 99 s. 29 textfig.
- Om vitriolbildning i naturen såsom orsak till massdöd av fisk i våra insjöar. — Handl. t. Landbruksveckan, Sthlm, 1921, s. 149—160, 1 textfig.
- JOHANSSON, NILS. Flyttblock från Västergötland. — Sveriges Natur, Sthlm, Årg. 12, 1921, s. 154—155, 2 textfig.
- JOHANSSON, SIMON. De humusfria jordarternas, speciellt lerornas, klassifikation. — Nord. Jordbruksforsk., København, 1921, Hft. 5—8, s. 180—183, disk. s. 183.
- KRAUSE, P. G. Der schwedische geröllführende Diabas, ein neues Leitgeschiebe für das norddeutsche Diluvium. — Berlin, Jahrb. Preuss. Geol. Landesamt, Bd 41, Teil 1, Hft 2, (1920) 1921, s. 217—225. †
- KÖPPEN, W. Über Änderungen der geographischen Breiten und des Klimas in geologischer Zeit. — Geogr. Ann., Sthlm, Årg. 2, (1920), 1921, s. 285—299, 5 textfig.
- LEFFLER, J. A. Myrmalm och järnslag från övre Värmland. — Sthlm, Jernkont. Ann., Årg. 105, 1921, s. 110—113, 1 textfig.
- LINDROTH, GUSTAF T. Om det relativa åldersförhållandet mellan järn- och lampritmalm inom Garpenbergsområdets malmförande formation. — Ibid., s. 285—309, 13 textfig.
- MENZEL, P. Über Pflanzenreste aus Basalttuffen des Kamerungebietes. — Beitr. zur geol. Erforschung d. deutsch. Schutzgebiete, Berlin, H. 18 1920, s. 17—32, 1 tavla, 6 textfig. †
- Grundad på material från Riksmuseets paleobotaniska avdelning.
- MUNTHE, HENR. Sveriges raukar jämte exempel på pseudoraukar. Natur skyddsutredning. (Kungl. Jordbruksdepartementet 49). — Sthlm 1921, 8:o. 39 s., 1 karta, 79 fig. — Även som: Sthlm, Sv. Geol. Unders., Ser. C, N:r 303 [= Årsbok 14 (1920): N:o 5], 1921, 39 s., 1 karta, 79 fig.
- NATHORST, A. G. Nekrologer m. m.
- ANDERSSON, GUNNAR. Alfred Gabriel Nathorst. Några minnets ord. — Ymer, Sthlm, Årg. 41, 1921, s. 47—55, 1 portr. i texten.
- FORSSTRAND, CARL. Till Alfred Nathorsts minne. Några hågkomster från 1883 års Grönlandsexpedition. — Ibid. s. 56—66.
- HALLE, T. G. A. G. Nathorst. †. — Fauna och Flora, Uppsala & Sthlm. Årg. 16, 1921, s. 33—40, 1 portr. i texten.
- SEWARD, A. C. Alfred Gabriel Nathorst. — Bot. Gazette, Chicago, Vol. 71, 1921, s. 462—465, 1 portr. i texten.

- NATHORST, HARRY. Nya rön beträffande elektrisk malmletning. — Tekn. Tidskr., Sthlm, Årg. 51, 1921, Kemi & Bergvet., s. 128—130, 3 textfig.
- NAUMANN, E. Die Bodenablagerungen des Süsswassers. Eine einführende Übersicht. — Arch. Hydrobiol., Stuttgart, Bd 13, 1921, s. 97—169, 15 textfig. †.
- Om roströr och vissa därmed jämförliga bildningar. — Sthlm, Sv. Geol. Unders., Ser. C, N:o 301, [= Årsbok 14, (1920): N:o 3], 1921, 27 s., 12 textfig.; tysk res. s. 25—26.
- NORDENSKÖLD, OTTO. Die nordatlantischen Polarinseln. (Handbuch der regionalen Geologie. Hrsg. von G. Steinmann und O. Wilckens. Bd 4, Abl. 2 b.) — Heidelberg 1921. 8:o. 30 s., 1 tavla, 10 textfig.
- NORIN, E. Tzu-chin-shan, an alkali-syenite-area in Western Shansi. (Contributions from the Nyström institute for scientific research in Shansi . . . 1) — Peking. Bull. Geol. Survey of China, Nr 3, 1921, s. I—II, 45—70, + 5 s. kinesisk text, 1 kart., 2 tabl.
- ODÉN, SVEN. Redogörelse för undersökningar över torvens kemi. 1. Torvmaterialets fysikaliskt-kemiska karaktärisering. — Sthlm, Jernkont. Ann., Årg. 105, 1921, s. 1—81, 50 textfig.
- PALMGREN, JOHN. Zur Kenntnis der Hornblende der schwedischen Eulysite. — Uppsala, Bull. Geol. Inst., Vol. 18, 1921, s. 33—46, 5 textfig.
- PHILIPSEN, H. Zur Geschichte der Ostsee. — Prometheus, Berlin, 30, 1918, s. 81—83. †.
- PHRAGMÉN, G. se AMINOFF, G. o. PHRAGMÉN, G.
- VON POST, LENNART, Upplýsingar rörande Sveriges geologiska undersöknings torvmarksregognoscering. — Sthlm 1921. 8:o. XIV s.
Ingår i Sv. Geol. Unders., Ser. D.
- Se Beskrivning till kartbladet Uppered.
- QUENSEL, PERCY. Några drag ur de mexikanska oljefältens geologi och utveckling. — Tekn. Tidskr., Sthlm, Årg. 51, 1921, Veckouppl., s. 397—400, 5 textfig.
- ROCÉN, TH. Redogörelse för torvmarksundersökningar i Gäfleborgs län, 1920. — Sv. Mosskulturför. Tidskr., Jönköping, Årg. 35, 1921, s. 229—234, 304—317.
(Forts. fr. 1920.)
- SAMUELSSON, CARL. Till frågan om vinderosion i arktiska trakter med särskild hänsyn till de å Spetsbergen rådande förhållandena. — Ymer, Sthlm, Årg. 41, 1921, s. 122—138, 6 textfig.
- SANDEGREN, R., Svensk kvartärgeologi (1915—1920). — Vetensk. Forskn., Sthlm, 1921, s. 35—51.
- SEFVE, IVAR. Rektor Ivar Sefves resa i Sydamerika. — Ymer, Sthlm, Årg. 41, 1921, s. 77—80, 1 textfig.
- SERNANDER, RUTGER. Analytiska metoder vid undersökningar av ängar och betesmarker. — Nord Jordbruksforsk., København, 1921, Hft. 5—8, s. 415—426, 1 tavla, 5 textfig.; disk. s. 426.
- En skånsk mosse och dess utvecklingshistoria. — Sv. Bot. Tidskr., Sthlm, Bd 15, 1921, s. 166—167.
- Stentornet på Viksta hed. — Sveriges Natur, Sthlm, Årg. 12, 1921, s. 19—32, 1 tavla, 7 textfig.

SEWARD, A. C., se Nathorst, A. G.

SJÖGREN, HJ., Om konstgjorda ädelstenar. — Sthlm, Vet.-Akad. Årsbok, 1921, s. 289—313, 17 textfig.

SKOTTSBERG, C. The islands of Juan Fernandez. — The Geogr. Review, New York, 1918, s. 362—383, 20 fig. †.

SOBRAL, JOSÉ M. Optische Untersuchung der neuen Pyroxenart Sobralit. — Uppsala, Bull. Geol. Inst., Vol. 18, 1921, s. 47—56.

— On a granite of Hemsön (Sweden). — Physis, Buenos Aires, T. 2, 1916, s. 122—127. †.

STENSIÖ, ERIK A:SON. Triassic fishes from Spitzbergen. P. 1. Introduction. Some remarks on the geology of the triassic of Spitzbergen. Descriptions of the families of Cestracionidae, Coelacanthidae, Palaeoniscidae and Catopteridae. Diss. Uppsala. — Vienna 1921. 4:o. XXVIII, 307 s., 35 tavl., 90 textfig.

STERNER, RIKARD. Floran på orthocerkalken vid Humlenäs i Kristdala socken i Kalmar län. — Bot. Not., Lund, 1921, s. 269—281.

SUNDBERG, Karl. Kornstorleksbestämningar enligt Odéns sedimentationsmetod. — Sthlm, Jernkont. Ann., Årg. 105, 1921, s. 211—223, 8 textfig.

SUNDIUS, NILS. Åtvidabergstraktens geologi och malmfyndigheter. — Sthlm, Sv. Geol. Unders., Ser. C, N:o 306 [= Årsbok 15 (1921): N:o 1], 1921, 118 s., 1 karta, 16 textfig.; tysk res. s. 109—118.

SÖDERBERG, RUDOLF. Västgötska silursjöar. Några geografiska synpunkter och litet jämförande biologi. — Sveriges Natur, Sthlm, Årg. 12, 1921, s. 56—71, 1 tavl., 15 textfig.

TAMM, O. Om berggrundens inverkan på skogsmarken. — Sthlm, Medd. Statens Skogsförsöksanst., H. 18, 1921, s. 105—164, 2 tavl., 10 textfig.; tysk res. s. 159—164.

— Om jordmånen i det nordsvenska barrskogsområdet. (Utdrag ur förf:s avhandling »Markstudier i det nordsvenska barrskogsområdet»). — Skogliga rön, Sthlm, N:o 1, 1921 (= Bilaga till Skogen. Sthlm, 1921: h. 12), 19 s., 3 textfig.

TROEDSSON, GUSTAF, T., Bidrag till kännedomen om Västergötlands yngsta ordovicium jämte ett försök till parallellisering av de ordovicisk-gotlandiska gränslagren i Sverige och N. Amerika. — Lund, Univ. Årsskr., N. F. Avd. 2, Bd 17, N:o 3 [= Fysiogr. Sällsk. Handl., N. F., Bd 32, N:o 3], 1921, 18 s.; engelsk res. s. 18.

WADELL, HAKON, Vatnajökull. Some studies and observations from the greatest glacial area in Iceland. — Geogr. Ann., Sthlm, Årg. 2 (1920), 1921, s. 300—323, 1 karta, 12 textfig.

VESTERBERG, K. ALB. Några synpunkter beträffande den kemiska jordanalysen. — Sv. Kem. Tidskr., Sthlm, Årg. 33, 1921, s. 12—22.

WESTGREN, ARNE. Stålets kristallbyggnad. — Sthlm, Jernkont. Ann., Årg. 105, 1921, s. 401—430, 8 textfig.

WILLÉN, N. Se Beskrivning till kartbladet Upperud.

WIMAN, C. Some reptiles from the Niobrara group in Kansas. — Uppsala, Bull. Geol. Inst., Vol. 18, 1921, s. 9—32, 3 tavl., 8 textfig.

Anmälanden och kritiker.

- 1) G. BERG, Die mikroskopische Untersuchung der Erzlagertstätten, VIII + 197 s., 88 textfig. Berlin 1915. (Bornträger).
- 2) J. MURDOCH, Microscopical determination of the opaque minerals, an aid to the study of ores, VII + 165 s., 1 pl., 9 fig. New York 1916. (Wiley.)
- 3) W. MYRON DAVY and MASON FARNHAM, Microscopic examination of the ore minerals. IX + 154 s., 6 fig. New York 1920. (McGraw Hill.)
- 4) H. SCHNEIDERHÖRN, Anleitung zur mikroskopischen Bestimmung und Untersuchung von Erzen und Aufbereitungsprodukten, besonders im auffallenden Licht. XV + 192 s., 159 fig., 15 lösa bestämningstabeller. Berlin 1922. (Gesellsch. deutscher Metallhütten- und Bergleute. I uppl. utgången.)

Medan den optiska undersökningen av silikatmineral uppnått en viss fulländning, som möjliggör ej endast att bestämma och identifiera mineralspecies och ur summan av erfarenheter i fortsättningen fastslå deras kemiska sammansättning, utan även kontrollera deras homogenitet och tillväxtbetingelser och allt vad därmed sammanhänger, har undersökningen av opaka malmmineral, isynnerhet vad de senare förhållandena beträffar, stagnerat i betänklig grad. I en del omfångsrikare handböcker äro vissa malmmineral upptagna som mer eller mindre självständiga mineralspecies, men äro dock misstänkta för att vara sammanväxning av två eller flere; till följd av den intensiva mikroskopiska sammanväxningen har denna misstanke ej kunnat kontrolleras enbart genom kemisk undersökning.

Den stora praktiska betydelse malmmineralens inbördes förhållande äger i alla malmer och det ej i mindre grad teoretiska värde strukturförhållandena representera för alla frågor som beröra ej blott paragenes och succession, utan även isotypi, isomorfi och morfotropi samt slutligen den kemiskt-kristallografiska strukturen, gör det i hög grad önskvärt, att denna brist beträffande malmmineralen utfylles och någon för undersökning framkomlig väg öppnas i endera riktning, som kan leda till resultat, nämligen till utvidgning av kännedomen om de opaka malmmineralen medelst en lätt tillgänglig metodik.

Svårigheten att beträda dylika vägar bestod huvudsakligen däri, att metoden låg på sidan om den tidigt utstakade petrografiska. Petrograferna förhöllo sig avvaktande, så länge undersökningen av malmmineralens elasticitetsförhållande medels polariserat ljus ej överskred kvalitativt experimentsstadium,

de voro rentav avvisande, när den komplicerade och dyrbara metallografiska apparaturen föreslogs för malmpetrografiska undersökningar, och de visade knappt något större intresse, när malmmineralens olika reflexionsförmåga å polerade ytor, delvis med anlitande av anlöpningsfärger,¹ i reflekterat ljus under konstant incidensvinkel prisades som rätta vägen till diagnostisk skärpa. Först när härmed kombinerades inverkan av olika etsningsmedel samt prövning på relativ hårdhet, vanns petrografen och mineralogen för undersökningsmetoden, isynnerhet, när en enkel typ av malmmikroskop för vertikalt reflekterat ljus såg dagen. De praktiska konsekvenserna av undersökningar av dylik art medförde, att de första systematiserade resultaten publicerades i *Economic Geology* (CAMPBELL 1906.7) och att metodiken i huvudsak utarbetades i U. S. A.

Att malmmineralen stodo i tur och ordning för undersökning förspordes även i Europa, utan att behovet för tillskapande av en ny metodik gjorde sig märkbart hos BERG (1), som nöjer sig med en koncentrerad framställning av de gängse petrografiska metoderna samt deras tillämpning på gångartsmineral, medan han för opaka malmmineral konstaterar stora svårigheter för diagnos. Bokens titel är alltså med kännedom av CAMPBELLS och andra föregångares i U. S. A. arbeten i hög grad vilseledande.

I »Mineralography» (2, utgången från Harvard) och »Mineragraphy»² (3, från Mass. Inst. of Technology) bortlämnas utan vidare all hänsyftning på petrografiska metoder i trängre bemärkelse; de förutsättas endera som bekanta eller som för ändamålet obehövlige. Bägge starta, efter kortfattad översikt över föregångares arbeten, med en detaljrik, men föga översiktlig beskrivning av preparatens tillredning, demonstrera i ord och bild kortfattat det förenklade metallmikroskopet med vertikalbelysning och dess användning, samt betona vikten av fotografisk reproduktion av malm-bilden, varvid en del anvisningar och råd tabuleras (3). Huvudvikten hos bägge lägges i sammanställning av malmmineraltabeller i uppslagsform, för vilka i ena fallet (2) 186 st. malmmineral ingående undersökas (av dem bestämdes 20 st. som inhomogena blandningar), i andra fallet (3) 143 st. nybestämmas eller underkastas förnyad kontroll. Men medan hos den ene (2) i första rummet mineralets färg användes som nyckel att ingå i tabellerna med, varpå hårdheten, så åter färgen och slutligen de mikrokemiska reaktionerna med tillämpning av 17 olika reagenser anlitas allt efter behov, framhäva de andra (3), att malmmineralens färg är det minst säkra diagnostiska kännetecken, då den är mest underkastad subjektivt omdöme, även om jämförelsemineral föreligga, dels i avhängighet av belysningsförhållanden, dels beroende på olikartad polityrförmåga hos samma mineral i olika snittlägen. I stället utgå de från mikrokemiska prov medels ett fåtal (tre) reagenser, kontrollera därefter hårdheten (en tretalig hårdhetsskala användes både i 2 och 3), utföra ett kompletterande mikrokemiskt prov medels en fjärde reagens samt begagna sig av mineralets färg som orientering; slutligen anlitas i särskilt komplicerade fall blåsörsanalys på ur slipprovet isolerade malmmineral, vilket underlättas med tillhjälp av några typiska tabellöversikter. »Mineragraphy» låter tydligt skönja den

¹ M. LEO, Die Anlauffarben. Dresden 1911.

² Denna för klassiskt skolade öron något misslydande benämning skapades och motiverades av WHITEHEAD 1917 (Ec. Geol. XII. 697).

sordin, som är meningen att lägga på »Mineralographys» optimistiska segerstämning.

»Chalkographie (4) är anlagd i bred och uttömmande stil av en malm-mineralens fysiografi. Den allmänna delen (s. 1—148) omfattar metoder såväl för undersökning i vertikalt reflekterat ljus (delvis nya), som i genomgående ljus (i kort sammandrag med litteraturanvisningar), beskriver utförligt de i bägge fallen tillämpade instrumenten samt behandlar ingående undersökningsmaterialets grövre och finare tillredning. Synnerligen detaljrikt och systematiskt genomföres beskrivningen av preparatframställning för reflekterat ljus och etsningsmetodernas karaktär (endast sex reagenser och deras kombination användes). Fördelar och nackdelar av olika behandling av preparaten diskuteras och oframkomliga vägar förkastas (t. ex. anlöpningsfärger). Även fotografisk och annan reproduktion av mikroskop-bilden omnämnes. Bästa möjliga facit drages ur undersökning av opaka minerals polarisationsförhållanden, som härmed första gången med all reservation sammanföras i översiktlig form vad metodiken beträffar. Även undersökning av finare och grövre krossprodukt beröres kort. — I speciella delen sammanföras resultaten av undersökning å 25 sulfidiska malm-mineral, 8 oxidiska dito ur ascensionszonen, 8 ur oxidationszonen samt tre gedigna metaller och några få gångartsmineral. Beskrivningen går systematiskt efter schemat: 1) polityr, 2) hårdhet, 3) genomgångar, 4) reflexionsförmåga och färg (efter OSTWALD) samt färgnyanser i aggregat, 6) polarisationsförhållande, 7) etsningsförhållande, 8) inre beskaffenhet, 9) aggregatens struktur, 10) karaktäristik gentemot liknande mineral, 11) uppgifter över det undersökta materialets fyndort (flera svenska fyndorter ingå, ehuru några norska gå som svenska).

Det skulle leda för långt att mera ingående beröra det rika innehållet i denna nya fysiografi (som enligt löfte skall följas av del II: »Gefügebilder von Erzlagertstätten»), emellertid bör den gedigna utstyrseln med bl. a. 126 goda mikrofotografiska reproduktioner framhåvas samt hänvisas till de 15 bestämningstabellerna, vilka giva en mängd även för vanliga petrografer utomordentligt viktiga upplysningar och sammanställningar (t. ex. 3optiska data över genomskinande malm- och gångartsmineral, jfr. även E. LARSEN, vars tabeller ej ha kunnat utnyttjas). Störande verka tryckfel (exempelvis i tabell 3).

H. G. Backlund.

SVEN EKMAN: Djurvärldens utbredningshistoria på skandinaviska halvön. (Stor oktav, 614 sidor och 142 bilder texten. Pris 50 kr.)

Detta arbete, som nyligen utkommit på Albert Bonniers välkända förlag och tillägnats »minnet av de båda banbrytarna för den skandinaviska djurgeografien Sven Nilsson och Sven Lovén», omfattar tre huvudavdelningar: I) Arternas gruppering, II) Orsakerna till den nutida utbredningen och Faunans historia samt III) Landets indelning. Det avslutas med en utförlig litteraturförteckning och ett dito register.

Avd. I lämnar en uttömmande redogörelse för samtliga vertebraters och en del evertebraters nutida geografiska utbredning i Sverige, Norge och det geografiskt hithörande, väl undersökta Nordfinland. De talrika uppgifterna rörande varje arts utbredning äro dels hämtade ur den vidlyftiga litteraturen, dels ock insända av ett stort antal intresserade amatörzoologer landet runt, dels slutligen grundade på förf:s talrika egna iakttagelser. I denna avdelning, som bl. a. inrymmer en redogörelse för de marina relikterna och deras intressanta historia, göres även en jämförelse mellan Skandinavien och utomskandinaviska traktors fauna. — Här liksom i följande avdelning meddelas goda avbildningar av ett flertal djur samt åskådliggöres på ett förträffligt sätt å ett stort antal kartor i texten viktigare arters utbredning, dennas relation till olika kvartärgeologiska skeden (bl. a. issjöarnas, det seneglaciala havets och Ancylussjöns maxiutbredning) o. s. v.

I avd. II, som behandlar landfaunan och sötvattensfaunan var för sig, redogöres först för orsakerna till den förras nutida utbredning [ställning till klimat och vegetation, vandringar, spridningshinder (t. ex. Baltiska havet och fjällkedjan) m. m.] varefter lämnas en översikt över landfaunans historia (inkl. geografi och klimat i forntiden, fossila fynd från interglacial samt sen- och postglacial tid o. s. v.).

I kap. om orsakerna till sötvattensfaunans utbredning redogöres likaledes för denna faunas förhållande till temperatur, för vandringar (t. ex. ålens först på senare tider i huvudsak uppklarade, högligen intressanta vandringar), yttre spridningshinder (salthalt, vattendelare, vattenfall m. m.); vidare skildras en del olikartade djursamhällen (djupfaunan, planktonfaunan o. s. v.) och invandringen (delvis i belysning av fossila fynd), varvid påvisas, att vid pass 74 procent av sötvattensfiskarna invandrat till Skandinavien sjöar och vattendrag genom Baltiska havet före och under ancylustiden. Denna avdelning (II) avslutas av en överblick, som bl. a. belyser frågan om tiden såsom djurgeografisk faktor och den skandinaviska faunans ställning till utomskandinaviska områden.

Avd. III slutligen behandlar landets geografiska indelning i regioner, vilka närmare karakteriseras. Dessa regioner äro 1) den arktiska eller fjällregionen, 2) den högboreala regionen eller det nordskandinaviska skogslandskapet, 3) den sydskanadinaviska regionen samt 4) kustregionen, samtliga med subregioner.

Av förestående korta antydningar om en del av det digra arbetets innehåll torde framgå, att detsamma behandlar en mängd intressanta och betydelsefulla problem, och som denna behandling i allmänhet är både kritisk, grundlig och up to date, inses, att förf. presterat ett jättearbete och detta just vid en tidpunkt, då ett sådant sammanfattande verk är högligen av behovet påkallat. Det skall därför från naturvetenskapligt intresserade håll hälsas med tacksamhet och tillfredsställelse. I betraktande av det livliga intresse, varmed personer i skilda ställningar delgivit förf. en mängd iakttagelser, kan man redan i andanom se, med vilken iver och glädje de och många andra skola komma att insända uppgifter om nya iakttagelser för framtida bearbetning. Ty självfallet måste ett arbete av denna art och omfattning förete en del luckor och brister, detta ej minst i fråga om vissa evertebratgrupper, såsom t. ex. land- och sötvattensmol-

luskerna, vilka förf., enl. rec:s mening, behandlat väl knapphändigt och något ytligt.¹

Det lider intet tvivel, att EKMANS storslagna arbete kommer att verka i hög grad befruktande på ej mindre den djurgeografiska forskningen över huvud taget än även den kvartärgeologiska, med vilken den är så intimt förenad. I fråga om en del måhända mindre väl grundade hypoteser kommer nog kritik icke att utebliva. En saklig sådan bidrager emellertid endast till att allt skarpare belysa de många högintressanta, men ofta nog invecklade problem, som behandla icke blott faunans (inkl. människans) utan även florans invandringshistoria till det för blott ett par tiotal årtusenden sedan överisade och därför så gott som allt liv saknande Fennoskandia.

Henr. Munthe.

¹ Jag fäster mig härvidlag mindre vid förf:s rent felaktiga (genom en oförklarlig lapsus tillkomna) uppgift (sid. 276), att den bekanta Ancylussjön uppkallats efter snäcken *Ancylus lacustris*, som påträffats i leravlagringar från insjöns botten, vilket borde ha utbytts mot ungefär följande: — — efter den blott i sött vatten levande snäcken *Ancylus fluviatilis*, som träffats i sjöns strandavlagringar. Bland andra påtagliga geologiska felaktigheter är den, att förf. å kartan fig. 73 (sid. 301), som bl. a. visar Ancylussjöns maximiutbredning, låter denna sjö upptaga stora områden även av västra Sverige och södra Norge.

Geolognytt.

Den internationella geologkongressen i Bryssel öppnades den 10 aug., varvid presidenten i organisationskommittén, M. JEAN LEBACQZ, valdes till kongressens president.

Deltagandet från de skandinaviska länderna var av känd anledning ringa, från Norge ingen, från Sverige infann sig bergmästare DAHLBLOM och från Danmark dr. V. MADSEN.

Det har varit svårt att erhålla autentiska uppgifter från kongressen; varandra motsägende rykten, som ej kunnat verifieras, få tills vidare lämnas därhän.

Spaniens officiella representant señor Rubio-y-Muñoz inbjöd å sitt lands vägnar nästa kongress att samlas i Madrid 1925, vilket av kongressen enhälligt antogs.

Fråga väcktes om de internationella geologkongresserna skulle anslutas till International Research Council eller fortsätta enligt hävdvunnen arbetsordning. En stark majoritet syntes föreligga för det senare alternativet, d. v. s. att kongresserna allt framgent skulle existera som självständig organisation. Däremot synes kongressen vid sin sista allmänna sammankomst ha antagit ett av den s. k. Londonkommittén utarbetat och av »le conseil» tillstyrkt förslag till fastare organisation för kongresserna. Härefter torde också ingå medgivandet, att det till kongress inbjudande landet äger frihet att inskränka inbjudningen till de länder, de önska se representerade, en emot innebörden av begreppet internationell kongress tydligen ganska betänklilig åtgärd.

På förslag av hrr DE MARGERIE och LACROIX beslöts att igångsätta förarbeten till en internationell geologisk karta över Afrika.

Medlemsförteckningen upptager 490 anmälda deltagare, (inklud. en del institutioner) varav 354 antecknats som närvarande. Härav utgjorde den belgiska kontingenten helt naturligt den största med 105 närvarande, därnäst Frankrike med 69, Storbritannien representerades av 26 närvarande deltagare, Förenta Staterna av 25, Italien av 17 o. s. v.

Bland ämnen, som särskilt debatterades under kongresssammanträdena märkes tektoniken inom den herzyniska veckningszonen, Afrikas geologi samt Asiens tektonik, där ARGAND's föredrag och tektoniska karta över den eurasiska kontingenten särskilt uppmärksammades.

Avsked har beviljats statsgeologen vid Finlands geol. kommission, fil. dr. E. MÄKINEN, som förordnats till direktör vid Outokumpu. Till hans efterträdare som statsgeolog har fr. o. m. den 1 juni utnämnts docenten vid Hålsingfors universitet, fil. dr. P. ESKOLA, som i dagarna återvänt till Finland efter en längre studievistelse i Förenta Staterna.

Mötet den 2 november 1922.

Närvarande 41 personer.

Meddelade ordföranden, hr BÄCKSTRÖM, att förre chefen för Norges Geologiska Undersökelse, Dr HANS REUSCH, fallit offer för en tragisk olyckshändelse, som haft till följd en ögonblicklig död. I Föreningens namn hade till Norsk Geol. Förening avsänts telegram, uttryckande Föreningens djupa beklagande över det skedda. Härpå hade från Norsk Geol. Förening inkommit en skrivelse »med ærbodig tak til Geol. För. i Stockholm for dens vackre uttryk for deltagelse i anledning av Dr Reusch's død».

Styrelsen hade till medlem i Föreningen invalt:

Fil. Dr G. KARL ALMSTRÖM, Göteborg, föreslagen av hrr Aminoff och Quensel.

Föredrogs förslag från Styrelsen att fr. o. m. 1923 sänka årsavgiften i Föreningen till kr. 15, samt avgiften såsom ständigt ledamot till kr 250. Förslaget bordlades stadgeenligt till nästföljande sammanträde.

Framlade Styrelsen förslag till statuter för användandet av de av Kungl. Maj:t beviljade lotterimedlen, som den 15 nästkommande december bliva tillgängliga. Föreningen antog enhälligt styrelsens förslag som innehöll följande:

1. Medlen förvaltas som särskild fond benämnd 1922 års lotterifond.
2. Räntorna per kalenderår å fonden tillföras Föreningens löpande inkomster och inberäknas i dess ordinarie stat.
3. Fondens kapital må efter på förhand i varje enskilt fall fattat beslut anlitas för att möjliggöra intagande i Föreningens förhandlingar av avhandlingar av högt vetenskapligt värde, vilka på grund av större omfång eller höga kostnader för nödvändigt illustrationsmaterial eller tabelltryck eljest icke skulle kunna mottagas för publicering utan överskridande av Föreningens ordinarie inkomster eller tillbakasettande av annat önskvärt tryck.
4. Styrelsen äger utanordna kapitalmedel ur lotterifonden av sammanlagt högst 5,000 kr. pr räkenskapsår.

Skulle under ett räkenskapsår mer än 5,000 kr. behöva uttagas ur fonden eller skulle dennas kapitalmedel behöva anlitas för täckande av uppkommen brist, tillkommer det Föreningen att på förslag av Styrelsen härom besluta.

För styrelsebeslut rörande utanordnande av kapitalmedel ur lotterifonden fordras samstämmiga röster av minst 4 styrelsemedlemmar.

5. För ur lotterifondens kapital utanordnade medel lämnas under särskild rubrik i revisionsberättelse redogörelse.

Professor AXEL HAMBERG höll ett av skioptikonbilder och skisser belyst föredrag om *den glaciala erosionen*. Föredraget utgjorde en fortsättning till hr Hambergs föredrag den 2 mars 1922. En uppsats i anslutning till båda föredragen kommer att inflyta i ett kommande häfte av förhandlingarna.

Med anledning av föredraget yttrade sig hrr G. DE GEER, TORNERHJELM, BERTIL HÖGBOM, HOLMQUIST och *föredraganden*.

Docenten G. AMINOFF lämnade ett *meddelande om mineralet Barylit från Långban*. En uppsats i anslutning till meddelandet inflyter i ett kommande häfte av förhandlingarna.

Dr HARRY VON ECKERMANN meddelade om *en på Stortjärnsberget i Woxne socken anträffad arkosartad sandsten*. (Se uppsats i föreliggande häfte av förhandlingarna.)

Mötet den 7 december 1922.

Närvarande 41 personer.

Ordföranden, hr BÄCKSTRÖM, meddelade att Styrelsen till medlemmar i Föreningen invalt:

Professor J. A. LEFFLER, Stockholm, föreslagen av hr Holmquist.

Gruvingenjör OLOF REUTERSVÄRD, Kiruna, föreslagen av hrr Geijer och H. E. Johansson.

Amanuensen TORSTEN ALTHIN, Göteborg, föreslagen av hr Thäberg, samt

Statsgeologen OLAF ANDERSEN, Kristiania, föreslagen av hrr Th. Vogt och Quensel.

Föreningen biföll Styrelsens från förra sammanträdet bordlagda förslag om sänkning av årsavgiften fr. o. m. 1923 till kr. 15, och av ständig medlemsavgift från samma tidpunkt till kr. 250.

Förrättades i stadgarna föreskrivna val för 1923, varvid utsågos:
till ordförande professor friherre GERARD DE GEER,

» sekreterare professor PERCY QUENSEL,
» skattemästare doktor K. E. SAHLSTRÖM,
» styrelseledamöter professor HELGE BÄCKSTRÖM och statsgeologen
dr R. SANDEGREN.

Till revisorer för 1922 års förvaltning valdes dr Bertil Högbom
och dr A. H. Westergård med dr Bertil Halden som suppleant.

Dagen för januarisammanträdet bestämdes till andra torsdagen
i månaden.

Hr BROR ASKLUND höll ett av skisser och skioptikonbilder be-
lyst föredrag om *sprickdalar i sydöstra Östergötland jämte några
bidrag till sprickdalsproblemet*.

En uppsats i anslutning till ämnet kommer att inflyta i ett
följande häfte av förhandlingarna.

Med anledning av föredraget yttrade sig hrr G. DE GEER, VES-
TERBERG, SUNDIUS, GELJER, HOLMQUIST, ORTON och *föredraganden*.

Till införande i förhandlingarna anmälde sekreteraren:

Arpojaure, en postglacial sjö i Torne Lappmark av C. OLSON
CALDENIUS samt

Försök till analys av Nordens senkvartära nivåförändringar av
A. CLEVE-EULER.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING.

Ann. F efter titel utmärker hållet *föredrag*.

RF » » » *referat* av hållet *föredrag*.

N » » » *notis*.

U » » » *uppsats*.

Författarna äro ensamma ansvariga för sina uppsatsers innehåll.

Uppsatser, notiser, föredrag och diskussionsinlägg.

	Sid.
ALMSTRÖM, G. KARL, Kolumbit från Orust. U.	482
ALSÉN, N., och AMINOFF, G., Über die Struktur des kristallisierten Quecksilbers. U.	124
AMINOFF, G., Om användning av röntgenstrålning vid undersökning av mineral i pulverform. RF.	197
— — Über die Kristallstruktur von Jodsilber, Marshit (CuJ) und Miersit (4AgJ, CuJ). U.	444
— — Meddelande om mineralet Barylit från Långban. F.	790
— — och ALSÉN, N., Über die Struktur des kristallisierten Quecksilbers. U.	124
ANTEVS, ERNST, Den baltiska issjöns tappning och nivåförändringarna. N.	171
ARRHENIUS, OLOF, On the relation between Hydrogen ion concentration and physical properties of soil. U.	745
ASKLUND, BROR, Bidrag till östra Persiens geologi. F.	551
— — Sprickdalar från sydöstra Östergötland jämte några bidrag till sprickdalsproblemet. F.	791
CALDENIUS, C. C:SON, Ragundasjöns stratigrafi och geokronologi. F.	674
— — Arpojaure, en postglacial sjö i Torne Lappmark. U.	676
CLEVE-EULER, ASTRID, Analys av våra senkvartära nivåförändringar och några konsekvenser därav. F.	549
DE GEER, GERARD, Om en genetisk indelning av de kvartära bildningarna. U.	157
— — Yttrande med anledning av B. HALDENS föredrag om svenska jordarters klassifikation.	195
— — Om isokrona strandnivåer. U.	505
VON ECKERMANN, HARRY, The Rocks and Contact Minerals of the Mansjö Mountain. U.	203
— — Meddelande om en på Stortjärnsberget i Woxne socken anträffad arkosartad sandsten. F.	790
— — En leptitisk, sandstensartad arkos på Stortjärnsåsen i Woxne socken. U.	750
— — The alkali-spinel of the Mansjö Mt.	757
ENQUIST, FR., Orsakerna till förekomsten av den värmekrävande floran i arktiska och antarktiska trakter under tertiär och mesozoisk tid. F.	673
ERDMAN, EDVARD, Eugene Svedmark. Nekrolog.	528
— — Albert Blomberg. Nekrolog.	532

	Sid.
FLINK, GUST., Stockholms Högscolas samling av nya mineral från Långban. N.	535
— — Akrochordit, ett nytt mineral från Långbans gruvor. U.	773
FRÖDIN, GUSTAF, Översikt av geologien inom den nordjämtska-sydlappska spargmitzonens södra del. U.	623
GAVELIN, AXEL, Intryck från en resa till geologiska institutioner i England och Tyskland. F.	673
GEIJER, PER, Problems suggested by the igneous rocks of jotnian and sub-jotnian age. U.	411
— — Block av sevebergarter vid Kiruna. N.	663
— — Diskordant skiktning i leptit från Nautanenområdet. N.	666
HALDEN, B., Till frågan om kiselgurens genesis. U.	151
— — Om svenska jordarters klassifikation och terminologi. Diskussionsinl.	187
HALLE, THORE, Den fossila floran i Kinas kolförande formationer. F.	551
HAMBERG, AXEL, Den glaciala erorionen. F.	549
— — Den glaciala erosionen, forts. F.	548
HOLMQUIST, P. J., Einfluss der Tenazität auf die Schleifhärte einiger Mineralien. U.	485
JOHANSSON, SIMON, Om svenska jordarters klassifikation och terminologi. Diskussionsinledning	187
LINDROTH, G. T., Studier över Yxsjöfältets geologi och petrografi. U.	19
LUNDQUIST, G., Principerna för rörlodens arbetssätt. U.	591
MUNTHE, H., Ett par fynd av bison från Östergötland i ny belysning. U.	144
NYSTRÖM, ERIK, Petrographical and chemical observations on the Dannemora hälleflintas. U.	711
PENCK, ALBRECHT, Die letzten Krustenbewegungen in den Alpen. U.	607
QUENSEL, PERCY, Några ord om syntetiska ädelstenar. N.	667
— — Nya problem inom Västerbottens fjällområden. RF.	674
SJÖGREN, HJALMAR, Robert Mauzelius. Nekrolog	511
SUNDELIN, UNO, Råbälövssjöns och Nosabykärrrets senkvartära historia och de där gjorda stenåldersfynden. U.	553
— — Några ord ang. förläggningen av L. G. N.	543
THÄBERG, C. TH., Lokal med recenta jättetrytor i Motalaström. U.	740
VÖGT, THOROLF, Bidrag till fjeldkjedens stratigrafi og tektonik. U.	714
WALLERIUS, I. D., Två geologiskt intressanta platser i Klövedal, Bohuslän. U.	129
VESTERBERG, K. A., Yttrande med anl. av HALDENS och S. JOHANSSONS föredrag om svenska jordarters klassifikation och terminologi	196
ZENZÉN, NILS, Några ord med anl. av I. WALLERIUS' notis om aurigpigment från svensk fyndort. N.	172
— — Några bidrag till Yxsjö gruvors mineralogi. N.	539
ÅHLANDER, FR., Förteckning över svensk geologisk, palaeontologisk, petrografisk och mineralogisk litteratur för år 1921. U.	777

Anmälanden och kritiker.

BÄCKLUND, H. G., Arbeten av G. BERG, J. MURDOCH, W. M. DAVY och C. M. FARNHAM samt H. SCHNEIDERHÖHN berörande nya metoder för mikroskopisk bestämning av malmmineral.	783
HALDEN, B., Ytterligare ett par ord om U. SUNDELINS avhandl.: »Über die spätere glaciale Geschichte» etc.	180

	Sid.
MUNTHE, H., SVEN EKMAN, Djurvärldens utbredningshistoria på skandinaviska halvön	785
SUNDELIN, UNO, Svar på B. HALDENS inlägg med anl. av min avhandling »Über die spätglaciale Geschichte» etc.	174
<i>Geolognytt</i>	183, 545, 670, 788
<i>Mötet den 13 januari 1922</i>	185
» » 2 februari »	197
» » 2 mars »	548
» » 6 april »	550
» » 4 maj »	672
» » 5 oktober »	674
» » 2 november »	789
» » 7 december »	790
Ledamotsförteckning	3
Publikationsbytte	15
Revisionsberättelse	548
Ansökan om anslag av Kungl. Maj:t	548
Beslut om ordinarie oktobermöte	550
Beslut om sänkning av årsavgifter	790
Statuter för användande av lotterimedel	789
Skrivelser till Geologkongressen i Bryssel 1922	185, 550, 672, 674
Val av styrelse och revisorer för 1923	791
<i>Under år 1922 invalda ledamöter:</i>	
T. HENSCHEN	185
BORIS POPOFF	548
J. ALIN, T. HAGERMAN, E. NILSSON, A. SÖRLIN, TH. DU RIETZ	550
G. AHLMAN, K. MAGNELL, H. BJURULF	672
E. LINDEMAN	674
G. KARL ALMSTRÖM	789
J. A. LEFFLER, O. REUTERSVÄRD, T. ÄLTHIN, OLAF ANDERSEN	790
<i>Under år 1922 avlidna ledamöter:</i>	
F. ÄLFVERGREN	185
E. SVEDMARK	197
A. BLOMBERG, HJ. SJÖGREN	550

Förteckning över tavlorna.

Tavl.	I. Schema över de kvartära bildningarna	170
	II—LXII. Illustrationer till Mansjömrådets bergarter och mineral.	
»	LXII. Diopsidkontakt mellan pegmatit och kalk	410
»	LXIV—LXV. Topografiska kartor över Mansjöområdet	410
»	LXVI. Beggrundskartor över Mansjön	410
»	LXVII. Profiler genom Mansjöberget	410
»	LXVIII. Profil genom Räbelövskärret	590
»	LXIX. Geol. karta över nordjämtska-sydlapska sparagmitzonen	662
»	LXX. Arpojaures sjöbotten	694
»	LXXI. Profiler genom Arpojaures sjöbotten	694

